



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO: LÁMINAS DE FRUTA  
DESHIDRATADA, UTILIZANDO PULPA DE MORA Y MANZANA PARA  
FROZEN TROPIC CÍA. LTDA.”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR**

**ALBERTO DEMETRIO MURIEL COBO**

**RIOBAMBA – ECUADOR  
2013**

## ***DEDICATORIA***

*A Dios por darme una oportunidad para ser y existir por un ideal.*

*A mi Madre por ser el impulso de cada paso en el camino de mi vida.*

*A mi Padre, mi hermano, mi cuñada y mi sobrino por convertirse en mi soporte y guía para seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser la casa, en la cual me formé como un profesional ético y comprometido con la sociedad. Y por sobretodo a la Dra. Olga Lucero quien a través de sus enseñanzas ha despertado en mí el deseo por investigar y conocer.*

*A mis padres y toda mi familia por estar junto conmigo, en cada momento de mi vida e impulsarme a ser un buen cristiano y honrado ciudadano.*

*A Frozen Tropic CIA. LTDA., por brindarme su confianza para desarrollar mi tesis, junto a su equipo de trabajo quienes aportaron de forma técnica y científica para la culminación de la misma.*

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS

### ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO: LÁMINAS DE FRUTA DESHIDRATADA, UTILIZANDO PULPA DE MORA Y MANZANA PARA FROZEN TROPIC CÍA. LTDA.”, de responsabilidad del señor egresado Alberto Demetrio Muriel Cobo, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Silvio Álvarez L. <b>DECANO</b> <b>FACULTAD DE</b> <b>CIENCIAS</b>	-----	-----
Dr. Iván Ramos S. <b>DIRECTOR DE ESCUELA</b>	-----	-----
Dra. Olga Lucero R. <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	-----	-----
Dr. Carlos Pilamunga C. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Sr. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR DEL</b> <b>CENTRO DE</b> <b>DOCUMENTACIÓN</b>	-----	-----
<b>NOTA DE TESIS</b>	-----	

Yo, Alberto Demetrio Muriel Cobo, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

---

ALBERTO DEMETRIO MURIEL COBO

## ABREVIATURAS

%	Porcentaje
A.O.A.C.	Análisis Oficiales de Química Agrícola
A	Absorbancia
%A	Acidez
A.T.	Azúcares totales
A.R.	Azúcares reductores
A.n.R	Azúcares no reductores
A.M.L	Antocianos monoméricos libres
$\rho$	Densidad
C	Ceniza
°C	Grados Celsius
E.L.n.N	Extracto libre no nitrogenado
Ex. E.	Extracto etéreo
F	Fibra
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
FC	Folin-Ciocalteu
FE	Fase estacionaria
FM	Fase móvil
F.1.	Formulación uno
F.2.	Formulación dos
F.3.	Formulación tres
G	Grasa
g	Gramos
g/mL	Gramo por cada mililitro
HPLC	Cromatografía líquida de alta resolución
H	Humedad
h	Horas
INEN	Instituto Nacional de Estandarización y Normalización
Kg	Kilogramo
L	Litro

$\mu\text{L}$	Microlitro
mg	Miligramos
mg/100g	Miligramos por cada cien gramos
mL	Mililitro
min	Minutos
NTE	Norma técnica ecuatoriana
nm	Nanómetro
$\lambda$	Longitud de onda
ppm	Partes por millón
p	Promedio
pH	Potencial hidrógeno
P	Proteína bruta
P.F.T	Polifenoles totales
s	segundo
t	Teórico
$^{\circ}\text{T}$	Temperatura
UV-vis	Ultravioleta visible
$\eta$	Viscosidad
Vit. C	Vitamina C

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

<b>1.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
1.1	Fruta.....	1
1.2	Mora de castilla <i>Rubus glaucus</i> Benth.....	2
1.2.1	Descripción de las partes de la planta de mora.....	3
1.2.2	Situación de la mora de castilla en el Ecuador.....	5
1.2.3	Composición nutritiva.....	6
1.2.3.1	Ácido ascórbico (vitamina C).....	7
1.2.3.2	Compuestos fenólicos.....	9
1.2.4	Uso terapéutico de la mora de castilla <i>Rubus glaucus</i> B.....	13
1.3	Manzana <i>Pyrus malus</i> .....	14
1.3.1	Mercado de la manzana.....	17
1.3.2	Composición química.....	18
1.3.2.1	Carbohidratos.....	21
1.3.2.2	Fibra.....	33
1.3.3	Beneficios terapéuticos.....	38
1.4	Pulpa de fruta.....	39
1.4.1	Definiciones.....	40
1.4.1.1	Jugo (zumو) de fruta.....	40
1.4.1.2	Pulpa (puré) de fruta.....	40
1.4.1.3	Jugo (zumو) concentrado de fruta.....	40
1.4.1.4	Pulpa (puré) concentrado de fruta.....	40
1.4.2	Reología y viscosidad.....	42
1.5	Conservación por eliminación de agua.....	43
1.5.1	Mecanismo de deshidratación.....	44
1.6	Láminas de fruta deshidrata o cuero de fruta “fruit leather”.....	47
1.6.1	Descripción del proceso.....	49



1.6.1.1	Selección.....	49
1.6.1.2	Pesado.....	49
1.6.1.3	Lavado.....	50
1.6.1.4	Pelado.....	50
1.6.1.5	Despulpado.....	50
1.6.1.6	Formulación.....	50
1.6.1.7	Deshidratación.....	51
1.6.1.8	Laminado.....	51
1.6.1.9	Secado.....	51
1.6.1.10	Empaque.....	51
1.6.1.11	Almacenamiento.....	51
1.6.2	Tratamiento térmico.....	52
1.6.2.1	Método de ruptura caliente.....	52
1.6.2.2	Método de ruptura fría.....	52
1.6.3	Control de calidad.....	53
1.6.3.1	En la materia prima.....	53
1.6.3.2	En el proceso.....	53
1.6.3.3	En el producto final.....	53
1.6.4	Investigación científica sobre láminas de fruta deshidratada.....	55
1.6.5	Fosfolípidos.....	58
1.6.5.1	Lecitina.....	58
1.6.5.2	Fluidez de membrana.....	59
<b>2.</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>61</b>
2.1	Lugar de investigación.....	61
2.2	Materiales, equipos y reactivos.....	61
2.2.1	Material vegetal.....	61
2.2.2	Materiales de laboratorio.....	61
2.2.3	Equipos.....	62
2.2.4	Reactivos.....	63
2.3	Técnicas y métodos.....	64
2.3.1	Fase experimental.....	64
2.3.1.1	Control de calidad de materias primas.....	64
2.3.1.3	Análisis complementario para materias primas.....	74
2.3.1.4	Análisis de la composición fenólica.....	85

2.3.1.5	Formulación del producto.....	88
2.3.1.6	Estudio de control de calidad de la mezcla antes de deshidratar.....	90
2.3.1.7	Análisis físico-químico antes de deshidratar.....	90
2.3.1.8	Deshidratación.....	90
2.3.1.9	Análisis físico-químico de cuero de fruta.....	93
2.3.1.10	Determinación de la inocuidad de cuero de fruta.....	93
2.3.1.11	Análisis de sensorial de cuero de fruta.....	94
2.3.1.12	Determinación del tiempo de vida útil.....	96
2.4	Análisis estadístico.....	98
2.4.1	Pruebas estadísticas.....	98
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>99</b>
3.1	Control de calidad.....	99
3.2	Análisis físico-químico de materias primas.....	99
3.2.1	Análisis proximal de materias primas.....	99
3.2.2	Análisis complementario de materias primas.....	101
3.2.3	Composición fenólica de materias primas.....	104
3.3	Formulación del producto.....	105
3.3.1	Ajuste de pH.....	105
3.3.2	Adición de citrato de sodio en pulpa pura de mora.....	106
3.3.3	Adición de concentrado de manzana.....	106
3.3.4	Adición de emulsificante y aceite vegetal.....	108
3.3.5	Adición de edulcorantes y saborizantes.....	109
3.4	Estudio de control de calidad de la mezcla antes de deshidratar.....	110
3.5	Análisis físico-químico de formulaciones antes de deshidratar.....	113
3.5.1	Análisis proximal de formulaciones antes de deshidratar.....	113
3.5.2	Análisis complementario de formulaciones antes de deshidratar.....	114
3.5.3	Análisis de composición fenólica de formulaciones antes de deshidratar.....	117
3.6	Deshidratación.....	118
3.6.1	Influencia de tiempo y temperatura en la elaboración de cuero de fruta sobre los antocianos monoméricos libres y polifenoles totales	118
3.6.2	Descripción del proceso de deshidratación.....	118
3.6.3	Determinación de humedad.....	120
3.6.4	Determinación de antocianos monoméricos libres y polifenoles totales.....	121

3.6.5	Porcentaje de degradación de antocianos monoméricos libres y polifenoles totales.....	123
3.7	Análisis físico-químico de cuero de fruta.....	124
3.7.1	Análisis proximal de cuero de fruta.....	124
3.7.2	Determinación del valor calórico de cuero de fruta.....	126
3.7.3	Análisis complementario de cuero de fruta.....	126
3.7.4	Análisis composición fenólica de cuero de fruta.....	128
3.8	Determinación de la inocuidad de cuero de fruta.....	129
3.8.1	Análisis microbiológico de materias primas.....	129
3.8.2	Análisis microbiológico de cuero de fruta.....	130
3.9	Análisis sensorial de cuero de fruta.....	131
3.9.1	Calificación de color y olor del producto.....	131
3.9.2	Calificación de textura por tacto con el producto.....	133
3.9.3	Calificación de sabor del producto.....	135
3.9.4	Calificación de textura después de ingerir el producto.....	137
3.9.5	Determinación de la formulación de mayor aceptabilidad.....	138
3.9.6	Comparación del producto con otros que se comercializan en el mercado.....	139
3.10	Determinación del tiempo de vida útil.....	141
3.10.1	Parámetros organolépticos.....	141
3.10.2	Parámetros físico-químicos.....	141
3.10.3	Análisis microbiológico.....	142
3.11	Proceso de fabricación de cuero de fruta.....	143
3.12	Análisis estadísticos.....	144
3.12.1	Análisis estadísticos de materias primas.....	144
3.12.2	Análisis estadísticos de formulaciones antes de deshidratar.....	146
3.12.3	Análisis estadísticos del porcentaje de degradación de antocianos monoméricos libres y polifenoles totales.....	147
3.12.4	Análisis estadísticos de la composición físico-química y fenólica de cuero de fruta.....	148
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>149</b>
<b>5.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>151</b>
<b>6.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>152</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>154</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>167</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Clasificación taxonómica de la mora <i>Rubus glaucus</i> B.....	2
TABLA No. 2	Variedades e híbridos de mora de castilla que se producen en el Ecuador.....	4
TABLA No. 3	Producción de mora en el Ecuador.....	5
TABLA No. 4	Composición química de la mora de castilla, comestible 90% pulpa sin semillas.....	7
TABLA No. 5	Composición físico-química de algunas variedades de manzana chilena.....	17
TABLA No. 6	Composición química de la manzana chilena.....	18
TABLA No. 7	Valor nutricional de la manzana en 100 g de sustancia comestible	19
TABLA No. 8	Cantidad de carbohidratos de la manzana.....	21
TABLA No. 9	Solubilidad de diversos azúcares en agua.....	24
TABLA No. 10	Solubilidad de la sacarosa en agua a diferentes temperaturas.....	25
TABLA No. 11	Temperatura de transición del estado vítreo al cristalino.....	28
TABLA No. 12	Alimentos que poseen azúcares en estado vítreo.....	29
TABLA No. 13	Composición de productos de confitería.....	30
TABLA No. 14	Fuentes dietéticas de fibra.....	33
TABLA No. 15	Requisitos de pulpas de fruta ecuatorianas.....	41
TABLA No. 16	Requisitos de la pulpa de mora ecuatoriana.....	41

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Análisis de control de calidad de materias primas. Pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	99
CUADRO No. 2	Análisis proximal de materias primas. Pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	100
CUADRO No. 3	Análisis complementario de materias primas. pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	101
CUADRO No. 4	Análisis de la composición fenólica. Pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	104
CUADRO No. 5	Ensayos de formulación entre pulpa de mora y citrato de sodio.....	106
CUADRO No. 6	Ensayos de formulación entre pulpa de mora - citrato de sodio primera proporción y concentrado de manzana.....	107
CUADRO No. 7	Ensayos de formulación entre pulpa de mora - citrato de sodio. segunda proporción y concentrado de manzana.....	107
CUADRO No. 8	Ensayos de formulación entre pulpa de mora - citrato de sodio tercera proporción y concentrado de manzana.....	108
CUADRO No. 9	Ensayos de formulación entre pulpa de mora - citrato de sodio cuarta proporción y concentrado de manzana.....	108
CUADRO No. 10	Resultados de la formulación entre pulpa de mora - citrato de sodio - concentrado de manzana y lecitina de soya – aceite vegetal – pulpa de banano.....	109
CUADRO No. 11	Resultados de la formulación entre pulpa de mora - citrato de sodio - concentrado de manzana - lecitina de soya – aceite vegetal – pulpa de banano y edulcorantes – saborizante.....	110
CUADRO No. 12	Determinación de los parámetros de control de calidad, durante las etapas iniciales de formulación de cuero de fruta previa su deshidratación.....	111
CUADRO No. 13	Determinación de los parámetros de control de calidad, durante las etapas finales de formulación de cuero de fruta previa su deshidratación.....	111
CUADRO No. 14	Determinación de la relación entre la viscosidad y °Brix, a lo largo de formulación de cuero de fruta previa su deshidratación.....	111
CUADRO No. 15	Análisis proximal de 3 formulaciones, con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	113
CUADRO No. 16	Análisis complementario de 3 formulaciones, con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	115

CUADRO No. 17	Análisis de composición fenólica de 3 formulaciones, con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	117
CUADRO No. 18	Proceso de deshidratación aplicado a 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	119
CUADRO No. 19	Contenido de % humedad, después del proceso de deshidratación aplicado a 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	120
CUADRO No. 20	Contenido de antocianos monoméricos libres y polifenoles totales de 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth) y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> , aplicando 3 procesos de deshidratación	122
CUADRO No. 21	Porcentaje de degradación de polifenoles fenoles, de 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> , aplicando 3 procesos de deshidratación.....	124
CUADRO No. 22	Porcentaje de degradación de antocianos monoméricos libres y polifenoles totales. de 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> , por procesos de deshidratación.....	124
CUADRO No. 23	Análisis proximal de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	125
CUADRO No. 24	Cálculo del valor calórico de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	126
CUADRO No. 25	Análisis complementario de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	126
CUADRO No. 26	Análisis de la composición fenólica, de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .	128
CUADRO No. 27	Análisis microbiológico de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth.....	130
CUADRO No. 28	Análisis microbiológico de concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	130
CUADRO No. 29	Análisis microbiológico de pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	130
CUADRO No. 30	Análisis microbiológico de cuero de fruta, de 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	131

CUADRO No. 31	Análisis sensorial de color de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	131
CUADRO No. 32	Análisis sensorial de olor de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	132
CUADRO No. 33	Análisis sensorial de la superficie de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	133
CUADRO No. 34	Análisis sensorial de la textura antes de ingerir de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	134
CUADRO No. 35	Análisis sensorial del sabor relacionado a una fruta de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	135
CUADRO No. 36	Análisis sensorial de sabor relacionado con el grado “dulce” o “ácido” de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	136
CUADRO No. 37	Análisis sensorial de la textura después de ingerir de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	138
CUADRO No. 38	Análisis de aceptabilidad de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	139
CUADRO No. 39	Comparación de cuero de fruta con otros productos que se encuentran en el mercado.....	140
CUADRO No. 40	Análisis sensorial de cuero de fruta a 3 tiempos diferentes de almacenamiento.....	141
CUADRO No. 41	Análisis físico-químico de cuero de fruta a 3 tiempos diferentes de almacenamiento.....	141
CUADRO No. 42	Análisis microbiológico de cuero de fruta a 3 tiempos diferentes de almacenamiento.....	142
CUADRO No. 43	Análisis estadístico “ANOVA” de un factor para la composición proximal de materias primas.....	144
CUADRO No. 44	Análisis estadístico “ANOVA” de un factor para la composición complementario de materias primas.....	145

CUADRO No. 45	Análisis estadístico “ANOVA” de un factor, post hoc “TUKEY” para la composición proximal de las formulaciones antes de deshidratar.....	146
CUADRO No. 46	Análisis estadístico “ANOVA” de un factor, post hoc “TUKEY” para la composición complementaria de las formulaciones antes de deshidratar.....	146
CUADRO No. 47	Análisis estadístico “ANOVA” de un factor, post hoc “TUKEY” para la composición fenólica de las formulaciones antes de deshidratar.....	147
CUADRO No. 48	Análisis estadístico “ANOVA” de un factor, post hoc “TUKEY” del porcentaje de degradación de la composición fenólica de las formulaciones después de deshidratar.....	147
CUADRO No. 49	Análisis estadístico “ANOVA” de un factor, post hoc “TUKEY” de la composición físico-química de cuero de fruta	148



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curvas de solubilidad de mezclas sacarosa-azúcar invertido a diferentes temperaturas.....	24
GRÁFICO No. 2	Influencia del azúcar invertido sobre la velocidad de cristalización de la sacarosa a 30 °C.....	26
GRÁFICO No. 3	Tránsito del azúcar del estado vítreo al cristalino-viscosidad en función de la temperatura.....	27
GRÁFICO No. 4	Tránsito del azúcar del estado vítreo al cristalino mcal/s en función de la temperatura y el tiempo.....	28
GRÁFICO No. 5	Puntos de ebullición de soluciones de sacarosa.....	31
GRÁFICO No. 6	Contenido de humedad y extracto libre no nitrogenado de materias primas: pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	100
GRÁFICO No. 7	Contenido de ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra de materias primas: pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	100
GRÁFICO No. 8	Contenido de sólidos solubles, azúcares totales, azúcares reductores y no reductores. Pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	102
GRÁFICO No. 9	Determinación de pH y %acidez titulable, pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	102
GRÁFICO No. 10	Viscosidad de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	103
GRÁFICO No. 11	Contenido de vitamina c en pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	103
GRÁFICO No. 12	Determinación de la composición fenólica, pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> y pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	104
GRÁFICO No. 13	Relación entre la viscosidad y °Brix de las diferentes materias primas y mezclas de las diferentes etapas de formulación de cuero de fruta previa a su deshidratación....	112
GRÁFICO No. 14	Linealización de la relación entre la viscosidad y °Brix de las diferentes materias primas y mezclas de las diferentes etapas de formulación de cuero de fruta previa a su deshidratación.....	112
GRÁFICO No. 15	Contenido de humedad y extracto libre no nitrogenado, de 3 formulaciones, con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	114

GRÁFICO No. 16	Contenido de ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra, de 3 formulaciones, con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	114
GRÁFICO No. 17	Contenido de sólidos solubles, % azúcares totales, % azúcares reductores y no reductores; de 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	115
GRÁFICO No. 18	Determinación de pH y acidez titulable; de 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	116
GRÁFICO No. 19	Determinación de viscosidad; de 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	116
GRÁFICO No. 20	Análisis de antocianos monoméricos libres de 3 formulaciones, con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	117
GRÁFICO No. 21	Análisis de polifenoles totales, libres de 3 formulaciones, con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	118
GRÁFICO No. 22	Curvas de deshidratación aplicado a 3 formulaciones con proporciones diferentes de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> , con 3 temperaturas 46 °C, 57 °C y 71 °C.....	120
GRÁFICO No. 23	Contenido de humedad, después del proceso de deshidratación aplicado a 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	121
GRÁFICO No. 24	Contenido de antocianos monoméricos, 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> , aplicando 3 procesos de deshidratación.....	122
GRÁFICO No. 25	Concentración de polifenoles totales, 3 formulaciones con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> , aplicando 3 procesos de deshidratación.....	123
GRÁFICO No. 26	Contenido de humedad y extracto libre no nitrogenado de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	125
GRÁFICO No. 27	Contenido de ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	125
GRÁFICO No. 28	Análisis de pH y acidez titulable de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana.....	127

GRÁFICO No. 29	Contenido de azúcares totales y reductores de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	127
GRÁFICO No. 30	Contenido de antocianos monoméricos libres de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	128
GRÁFICO No. 31	Contenido de polifenoles totales de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth, y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	129
GRÁFICO No. 32	Análisis sensorial de color de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	132
GRÁFICO No. 33	Análisis sensorial de olor de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	133
GRÁFICO No. 34	Análisis sensorial de la superficie de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	134
GRÁFICO No. 35	Análisis sensorial de la textura antes de ingerir de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	135
GRÁFICO No. 36	Análisis sensorial del sabor relacionado a una fruta de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	136
GRÁFICO No. 37	Análisis sensorial del sabor relacionado con el grado “dulce” o “ácido” de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	137
GRÁFICO No. 38	Análisis sensorial de la textura después de ingerir de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	138
GRÁFICO No. 39	Análisis de aceptabilidad de 3 formulaciones de cuero de fruta con diferentes proporciones de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth y concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	139
GRÁFICO No. 40	Comparación de cuero de fruta con otros productos que se encuentran en el mercado.....	140
GRÁFICO No. 41	Análisis físico-químico de cuero de fruta a 3 tiempos diferentes de almacenamiento.....	142

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Oxidación de la vitamina C.....	8
FIGURA No. 2	Estructuras químicas de compuestos fenólicos de la mora andina.....	10
FIGURA No. 3	Estructura química de las cianidinas de la mora andina.....	12
FIGURA No. 4	Estructura química del ácido elágico.....	13
FIGURA No. 5	Variedades de manzana exportadas desde Chile.....	18
FIGURA No. 6	Estructura molecular de la sacarosa.....	23
FIGURA No. 7	Vía glucolítica.....	32
FIGURA No. 8	Estructura química de la pectina.....	34
FIGURA No. 9	Zonas de existencia de gel-pectina-azúcar-ácido.....	37
FIGURA No. 10	Curvas típicas de deshidratación.....	45
FIGURA No. 11	Elaboración de láminas de fruta.....	49
FIGURA No. 12	Molino de alimentos de alta velocidad y vara batidora eléctrica	50
FIGURA No. 13	Estructura química de los fosfolípidos.....	58
FIGURA No. 14	Distribución asimétrica de fosfolípidos en la membrana.....	59

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Mora, variedad castilla <i>Rubus glaucus</i> B.....	6
FOTOGRAFÍA No. 2	Manzana chilena.....	15
FOTOGRAFÍA No. 3	Cuero de fruta.....	47
FOTOGRAFÍA No. 4	Láminas de fruta deshidratadas terminadas.....	54
FOTOGRAFÍA No. 5	Determinación de humedad.....	174
FOTOGRAFÍA No. 6	Determinación de ceniza.....	174
FOTOGRAFÍA No. 7	Determinación de proteína.....	175
FOTOGRAFÍA No. 8	Determinación de extracto etéreo.....	175
FOTOGRAFÍA No. 9	Determinación de fibra.....	176
FOTOGRAFÍA No. 10	Determinación de sólidos solubles, pH y acidez titulable...	176
FOTOGRAFÍA No. 11	Determinación de azúcares totales y reductores.....	176
FOTOGRAFÍA No. 12	Determinación de vitamina C.....	177
FOTOGRAFÍA No. 13	Extractos de antocianos monoméricos libres y polifenoles totales.....	178
FOTOGRAFÍA No. 14	Espectro de absorción de antocianos monoméricos libres..	178
FOTOGRAFÍA No. 15	Curva de calibración y muestras de polifenoles totales.....	181

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Ficha técnica de pulpa de mora <i>Rubus glaucus</i> Benth.....	167
ANEXO No. 2	Ficha técnica de concentrado de manzana <i>Pyrus malus</i> .....	169
ANEXO No. 3	Ficha técnica de pulpa de banano <i>Musa paradisiaca</i> .....	173
ANEXO No. 4	Análisis bromatológico de materia prima, producto antes y después de deshidratar.....	174
ANEXO No. 5	Análisis de la composición fenólica de materia prima, producto antes y después de deshidratar.....	178
ANEXO No. 6	Encuesta de evaluación sensorial y grado de aceptabilidad de cuero de fruta.....	182

## INTRODUCCIÓN

Las pulpas de fruta son materias primas de reciente producción industrial en nuestro país, el cual es rico en una gran variedad y diversidad de dichas especies vegetales a lo largo de nuestro territorio con sustentabilidad y sostenibilidad durante de todo el año. De gran valor nutritivo, bondades nutracéuticas y sabores únicos. Motivos por los cuales el cuero de fruta tiene un inmenso potencial de producción y comercialización en el Ecuador.

El origen de cuero de fruta se remonta a la época en que el Imperio Persa gobernaba al pueblo turco, quienes lo llaman “Pestil”. Esta etnia deshidrataba la pulpa de fruta principalmente melocotón; exponiéndola al sol por ciertos rangos de tiempo, lo que concentra sus sólidos por vaporización gradual de la humedad libre del fruto.

El resultado de este tratamiento térmico es un producto comestible como un dulce o bocadillo en forma de tiras flexibles, con una apariencia brillante y textura suave. Dicho proceso de deshidratación mejora la conservación de la pulpa de fruta; prolongando su tiempo de vida útil, facilita su transporte y almacenamiento al poseer un volumen menor al original.

Por medio del imperio persa se difundió a otros pueblos quienes lo incluyeron en su gastronomía adoptando un nombre dado por cada región “Bastegh” o “Pastegh” en Armenia, “el Qamar al deen” en Líbano, Siria y otros países árabes.

Finalmente en 1980 James F. Kamman y su equipo de Investigación y Desarrollo, de la empresa General Mills ubicada en Minneapolis-Minnesota de los Estados Unidos de América son quienes logran desarrollar e introducir este producto de manera industrial al mercado con sabores: fresa, cereza, manzana y durazno, en su línea de alimentos saludables; dirigido principalmente a niños y adolescentes con el nombre de Fruit Roll-ups.

El desarrollo de láminas de fruta es la oportunidad idónea para lograr introducir al mercado ecuatoriano un nuevo producto alimenticio con un gran potencial nutritivo y comercial debido a que es el primero en su clase en éste país. Pero sobretodo, es la ocasión de poder conocer y describir de forma científica las propiedades mecánicas, físico-químicas y nutritivas de las pulpas de frutas manufacturadas por Frozen Tropic Cia. Ltda. Las cuales serán la materia prima para la elaboración de las láminas de fruta deshidratada.

Las propiedades nutritivas de pulpa de fruta de pulpa de mora, van más allá de ser un alimento que proporciona energía a quienes lo incluyen en su dieta diaria por medio de sus azúcares. Es también un alimento que permite una mejor digestión de los alimentos por su contenido de fibra y lo más relevante posee compuestos antioxidantes revelados en sus pigmentos y compuestos fenólicos, los cuales le permiten al organismo captar y eliminar sustancias que conducen en un futuro a enfermedades crónicas como el cáncer.

Por lo expuesto anteriormente el presente trabajo tuvo como objetivo, el desarrollo de un producto alimenticio; laminas de pulpa de fruta deshidratada de mora y manzana. Para lo cual se inicio con el control de calidad de materias primas, en proceso y producto final (análisis bromatológico y composición fenólica); se prosiguió con la formulación y determinación de sus parámetros de control de calidad antes de deshidratar, análisis microbiológico, análisis sensorial y determinación del tiempo de vida útil del producto elaborado. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los requisitos establecidos por las normativas del INEN vigentes para “conservas vegetales” y la NTE-INEN 2217:2012 para “productos de confitería” lo que garantiza su calidad e inocuidad.



# **CAPÍTULO I**

## **1. MARCO TEÓRICO.**

### **1.1 FRUTA.**

En términos coloquiales, la palabra fruta suele usarse sólo para describir los frutos suculentos y comestibles de las plantas leñosas, los de matas y arbustos, como el tomate o el melón, y algunos otros más pequeños, como la fresa o el arándano. (10)

En condiciones naturales, el fruto suele formarse una vez que ha tenido lugar la fecundación del óvulo, pero en muchas plantas, casi siempre variedades cultivadas, como los cítricos sin pepitas, la uva, el banano y el pepino, el fruto madura sin necesidad de fecundación; este fenómeno se llama partenocarpia. (10)

Las frutas son la clase de alimentos, con la más amplia variedad de sabores agradables, puede satisfacer el gusto por las golosinas sin calorías excesivas. Sin embargo, desde el punto de vista nutritivo el ácido ascórbico es el único nutrimento en el cual las frutas son ricas. (10)

También son fuentes de fibra dietética, y casi todas contienen cantidades pequeñas de caroteno y vitaminas B. La mayor parte de las frutas tienen poco contenido de proteínas o grasas, o ninguno, y de 5 a 20% de carbohidratos. Las frutas maduras proporcionan fructosa y glucosa, como azúcares principales, a menudo en proporciones iguales. (10)

## 1.2 MORA DE CASTILLA *Rubus glaucus* Benth.

La mora de castilla o mora azul es la de mayor importancia comercial y la más cultivada en regiones comprendidas entre 1200 a 3000 m.s.n.m., económicamente, la mora es una de las frutas más valiosas cultivadas en el mundo entero. La mora es una fruta perteneciente al grupo de las bayas; es muy perecedera, rica en vitamina C y con un alto contenido de agua. Es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador. El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal. Se encuentran diseminadas en casi todo el mundo excepto en las zonas desérticas. (18)

La planta de mora comienza fructificar a los 6 ó 8 meses después del trasplante. Dependiendo del manejo y cuidado de la plantación, la planta presenta un período de 10 ó más años de producción, la misma que aumenta a medida que crece y avanza en edad el cultivo. Es una planta utilizada como una hortaliza sola o combinada con otros alimentos, principalmente sus hojas tiernas y tallos previa cocción, además tiene propiedades medicinales: emoliente, antineurálgica y analgésica, por vía externa. (18) En la TABLA No. 1 se aprecia su clasificación taxonómica.

**TABLA No. 1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MORA *Rubus glaucus* Benth.**

Taxonomía de la Mora	
<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Antófitas
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase</b>	Arquielamídea
<b>Orden</b>	Rosales
<b>Familia</b>	Rosácea
<b>Género</b>	<i>Rubus</i>
<b>Especie</b>	<i>Glaucus</i>
<b>Nombre Científico</b>	<i>Rubus glaucus</i> Benth
<b>Nombre Vulgar</b>	Mora de Castilla, zarzamora, zarza andina

FUENTE: LESLY ALENCASTRO - 2011

Las hojas aplicadas en forma de cataplasma ejercen un notable efecto analgésico. Las moras frescas tienen un suave efecto laxante, ayudan a prevenir algunas infecciones de la vejiga, las enfermedades del corazón y los accidentes cerebrovasculares. También es usado como reconstituyente. (3)

#### 1.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE LA PLANTA DE MORA.

Posee una raíz principal pivotante, se puede considerar como una raíz típica, las raíces secundarias no profundizan y se encuentran entre los 10 y 20 centímetros en suelos francos. El tallo es herbáceo recto y se ramifica en secundarios, terciarios, etc. Sus hojas son elípticas, oblongas enteras, puntiagudas, de largo pecíolo, cara inferior más clara, alternas, con bordes enteros o discretamente dentado y ondulado. (30)

Las flores son blancas, pequeñas, en inflorescencias laterales, de 6-11 milímetros de ancho, de corto pedúnculo, cáliz de cinco partes, lanceoladas, lineales, corola de cinco segmentos lobulados, estambres desiguales, estilo largo. Sus semillas son diminutas, de color café claro, pubescentes, cuyo diámetro polar oscila de 1.2 a 1.3 milímetros; el diámetro ecuatorial de 1.0 a 1.1 milímetros. La semilla está clasificada dentro del grupo de las ortodoxas. Una planta bien desarrollada puede llegar a producir hasta 130,000 semillas. (30)

El fruto es una baya globosa azul oscuro ó negras cuando están maduras, de 5-7 milímetros de diámetro, de cinco a ocho frutos en gajos, su peso individual es de 0.2 gramos en promedio, cada fruto tiene numerosas semillas diminutas (alrededor de 65 semillas). Una planta bien desarrollada puede llegar a tener hasta 3,600 frutos. (30)

Dadas estas características, el fruto es altamente perecedero por lo que debe hacerse la cosecha una vez que el fruto ha llegado a su madurez comercial es decir color escarlata con suficiente dureza y contextura que eviten que el simple producto se deteriore. (30)

En el Ecuador, dentro de las variedades comerciales, las más importantes son la de Castilla y, en los últimos años, la Brazos proveniente de Texas, la cual es apta para la exportación por su alta productividad, la Olallie, proveniente de California e introducida en 1987, que es cultivada para la exportación. En la TABLA No. 2 se aprecia todas las variedades cultivadas en el Ecuador. (40)

**TABLA No. 2 VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MORA DE CASTILLA QUE SE PRODUCEN EN EL ECUADOR.**

<b>Erecto</b>	<b>Semi Rastrero</b>	<b>Dulces (&gt; 12 °Brix)</b>			<b>No Dulces (&lt; 12 °Brix)</b>	
Alfred	Boysen	Brazos	Darrow	Marion	Smoothstern	Comanche
Bailey	Cascade	Rosbrough	Navaho	Thomless	Lucretia	Runguer
Brazo	Cheblen	Bryson	Boysenberry	Dewberry	Logan veri	Himalaya
Dallas	Logan	Womack	Shawnee	Youngberry	Black Satin	Evergreen
Darrow	Lucretia	Cherokee	Chester	Black pearl	Raven	Logan
Early	Olallie	Cheyenne	Dickinson	Bristol	Ranger	Aurora
Harwest	Young	Choctaw	Hull	Dundee	Lowden	Olallie
Cherokee		Tayberry	Thom free	Black Hawk	Castilla	

FUENTE: DANIELA MONTALVO - 2010

La cosecha de se inicia después de 6 u 8 meses de que la mora fue plantada y la producción se estabiliza al año y medio. Los que se obtienen son de 14 – 18 ton/ha/año. La fruta se debe recoger cuando tiene un color vino tinto brillante. Si la fruta se recoge demasiado madura, la vida útil en la poscosecha será extremadamente corta, 3 a 4 días, en condiciones ambientales. Se requiere, por lo menos realizar la recolección entre 2 y 3 veces por semana, para obtener frutos con una adecuada madurez. (40)

La cosecha se debe hacerse en las primeras horas del día, una vez que ha desaparecido el rocío, puesto que si se recolecta húmeda se favorece la fermentación y el calor excesivo acelera la maduración. Se debe tomar frutos de consistencia dura, firmes, de color vino tinto, sanos, enteros y con pedúnculo. Es importante que se cuide la higiene de las

personas que cosechan y manipulan la fruta, para evitar la contaminación de la misma. (40)

### 1.2.2 SITUACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA EN EL ECUADOR.

Según Martínez *et. al.*, 2007, la superficie cultivada de mora en el Ecuador en el año 2007 fue de 5247 ha, en forma independiente y asociada, con una demanda de 2 kg/familia/semana. La mayor parte de la producción está en manos de pequeños y medianos productores, con promedios que van desde 200 hasta las 2000 plantas. La TABLA No. 3 nos indica algunos índices de la producción ecuatoriana. (40)

**TABLA No. 3 PRODUCCIÓN ESTIMADA DE MORA EN EL ECUADOR.**

<b>Parámetros</b>	<b>2000</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Superficie cosechada (ha)	2316	2749	2663
Producción (t)	4480	12060	12603
Rendimiento (kg/ha)	1934	4387	4733

FUENTE: DANIELA MONTALVO - 2010

El Ecuador, en el año 2008, exportó 22500 dólares de mora de Castilla para el mercado en fresco, que corresponde a 11,93 t, cuyos principales destinos fueron EEUU, España, Antillas Holandesas y Alemania. (40)

Se debe aprovechar que hay una sólida tradición del uso de mora en Estados Unidos y las moras tienen buenas perspectivas de ventas si se conserva la calidad y se ofrecen buenos precios. Las moras pueden ser enviadas vía aérea fuera de temporada; frescas, congeladas y en puré. El puré y el concentrado son usados en bebidas, derivados lácteos, productos de panadería, mermeladas y jaleas. (70)

Dado lo remoto de las regiones las moras deben ser procesadas como puré para ser enviadas a mercados distantes excepto en el caso de una producción especial, que

manipulada adecuadamente pueda ser despachada en fresco. El beneficio que presenta la mora es que tanto en fresco como procesada es un producto de consumo masivo. Las moras, como frutas comestibles se pueden ingerir al natural, frescas tal cual las da el árbol o la planta, siendo este su uso culinario más sencillo. Las moras también pueden ser procesadas e incluidas en la cocina de muy diversas formas, muy utilizadas como elemento decorativo para todo tipo de platos, además, a nivel industrial multitud de productos la incluyen a su antojo, ya sean yogures, tartas, licores, batidos, helados, gelatinas, etc. (70)

### 1.2.3 COMPOSICIÓN NUTRITIVA.

Las moras son frutas con bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos. Sin embargo son muy ricas en vitamina C, aportan fibra, potasio, hierro y calcio (estos dos últimos de menor calidad que los de origen animal), taninos (sustancias con acción astringente) y diversos ácidos orgánicos. (41)



**FOTOGRAFÍA No 1. MORA, VARIEDAD CASTILLA *Rubus glaucus* Benth**

Se caracterizan por su contenido de pigmentos naturales, tales como los antocianos que son sustancias con acción antioxidante, es decir, que previenen el desarrollo de ciertas enfermedades y tipos de cáncer. (41)

Los antocianos le dan el color a la mora como se puede apreciar en la FOTOGRAFÍA No. 1, y junto con el ácido oxálico y el ácido málico son responsables de su sabor.

Adicionalmente poseen fibra, incluyendo el tipo conocido por el nombre de pectina. Su composición química se detalla en la TABLA No. 4. (41)

**TABLA No. 4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MORA DE CASTILLA, COMESTIBLE 90% PULPA SIN SEMILLAS.**

<b>Factor Nutricional</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Ácido Ascórbico	17	Mg
Agua	96	G
Calcio	38	Mg
Calorías	58	Kcal
Carbohidratos	10,2	G
Ceniza	0,4	G
Fibra	4,3	G
Fósforo	40	Mg
Grasa	0,6	G
Hierro	2,2	Mg
Niacina	0,58	Mg
Proteínas	12	G
Riboflavina	0,03	Mg
Tiamina	0,01	Mg

FUENTE: MERCEDES CABEZAS - 2008

#### **1.2.3.1 Ácido ascórbico (Vitamina C)**

Participa en muchos procesos del cuerpo humano. Asimismo, es requerido por todas las otras formas de vida, y las plantas y la mayor parte de los animales lo secretan. En consecuencia, sólo es una vitamina para el hombre, aunado a otros cuantos animales: primates no humanos, cobayos, algunas aves, murciélagos de frutas y ciertos peces. En la fotografía 2 se aprecia un producto de complemento nutricional de vitamina C. El término vitamina C se refiere en realidad no sólo al ácido ascórbico, sino también a su forma oxidada: el ácido deshidroascórbico. Ambas formas se encuentran en los alimentos que se consumen. (15)

La vitamina C se absorbe en el intestino delgado mediante transporte activo (para el ácido ascórbico) y difusión facilitada (para el ácido deshidroascórbico). La eficiencia del mecanismo de absorción disminuye a medida que aumenta el consumo. Alrededor de 70% a 90% de la vitamina C se absorbe con consumos diarios de entre 30 y 180 mg, en tanto que la eficiencia de la absorción disminuye 50% o menos con dosis crecientes mayores de 1g/día. La excreción renal aumenta a medida que es mayor el consumo dietético. (15)

Dentro de las células y en la sangre, la vitamina C existe sobre todo en la forma reducida: ácido ascórbico (ascorbato). La cantidad de vitamina C varía de manera considerable según el tejido: se encuentran concentraciones altas en las glándulas hipófisis y suprarrenales, glóbulos blancos, ojos y cerebro; las concentraciones más bajas se observan en sangre y saliva. La cantidad total de vitaminas en el cuerpo varía de manera considerable. (15)

Principalmente actúa como un agente reductor inespecífico. El ácido ascórbico dona electrones como parte de átomos de hidrógeno; sin embargo, a diferencia de la función de coenzima de la riboflavina o la niacina, el ácido ascórbico dona hidrógenos en una forma en que los electrones del átomo alcanzan moléculas a las que no llega el resto del hidrógeno. Por ejemplo, la vitamina C puede donar electrones a iones metálicos, como hierro y cobre. En estado oxidado, el hierro férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) puede reducirse a ion ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), y el ion cúprico ( $\text{Cu}^{2+}$ ) a ion cuproso ( $\text{Cu}^{+}$ ). Los metales adquieren los electrones en tanto que el resto del hidrógeno pasa a cualquier otra parte (es decir, como  $\text{H}^{+}$ ). En la FIGURA No. 1, se aprecia la reacción de oxido reducción de la vitamina C. (15)

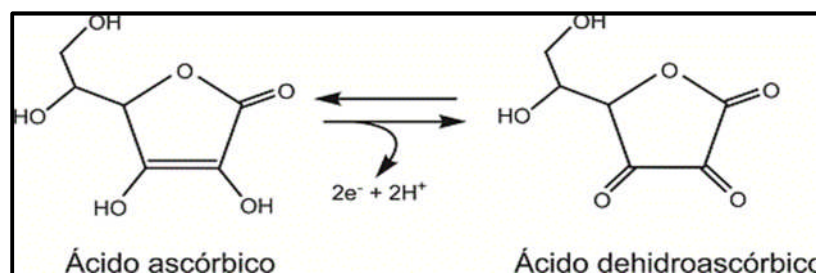


FIGURA No. 1 OXIDACIÓN DE VITAMINA C.



Dentro de la elaboración de alimentos sustancias como los ácidos ascórbico, tartárico, cítrico y fosfórico potencian la acción de los antioxidantes de tipo fenólico. Este efecto potenciador, en cierto modo sinergista, se debe a su acción secuestradora de los metales, principalmente cobre y hierro, que catalizan la formación de radicales libres y de peróxidos. (17)

El ácido ascórbico y sus derivados son, asimismo, reductores que consumen oxígeno, contribuyendo también a la estabilidad, y pueden reducir al antioxidante fenólico consumido, para regenerar el antioxidante activo. En su uso industrial debe tenerse en cuenta su capacidad para resistir tratamientos térmicos de los alimentos y permanecer ejerciendo su acción protectora en el producto terminado. Se usan en una proporción máxima de 0,1 o de 0,2 g/kg en conjunto. (17)

#### **1.2.3.2 Compuestos Fenólicos.**

Los constituyentes fenólicos son el origen del color y astringencia de la mora, siendo esta última relacionada con la presencia concreta de taninos. Pero además, según su naturaleza, pueden tener interés nutricional y farmacológico (Flanzy, 2003). (52)

Las frutas y los productos de frutas, junto con el té, el vino tinto, los cereales, el chocolate y las legumbres, son considerados las principales fuentes de polifenoles en la dieta. Las bayas son una fuente fundamental de este tipo de compuestos. Los principales encontrados son los taninos hidrolizables como los elagitaninos, y los antocianos, ácidos hidroxicinámicos, flavonoles y proantocianidinas encontrándose en pequeñas cantidades (Mertz et al, 2007). (52)

Según Howard *et al.* (2007) los compuestos fenólicos en las bayas se pueden clasificar en cinco grupos cuyas estructuras químicas se aprecian en la FIGURA No. 2: Ácidos fenólicos y sus derivados; Elagitaninos; Ácido elágico y sus derivados; Antocianos y Flavonoles. (52)

La condensación de los flavanoles monoméricos, como la catequina o epicatequina, dan lugar a compuestos oligoméricos y poliméricos conocidos como proantocianidinas o taninos condensados. (52)

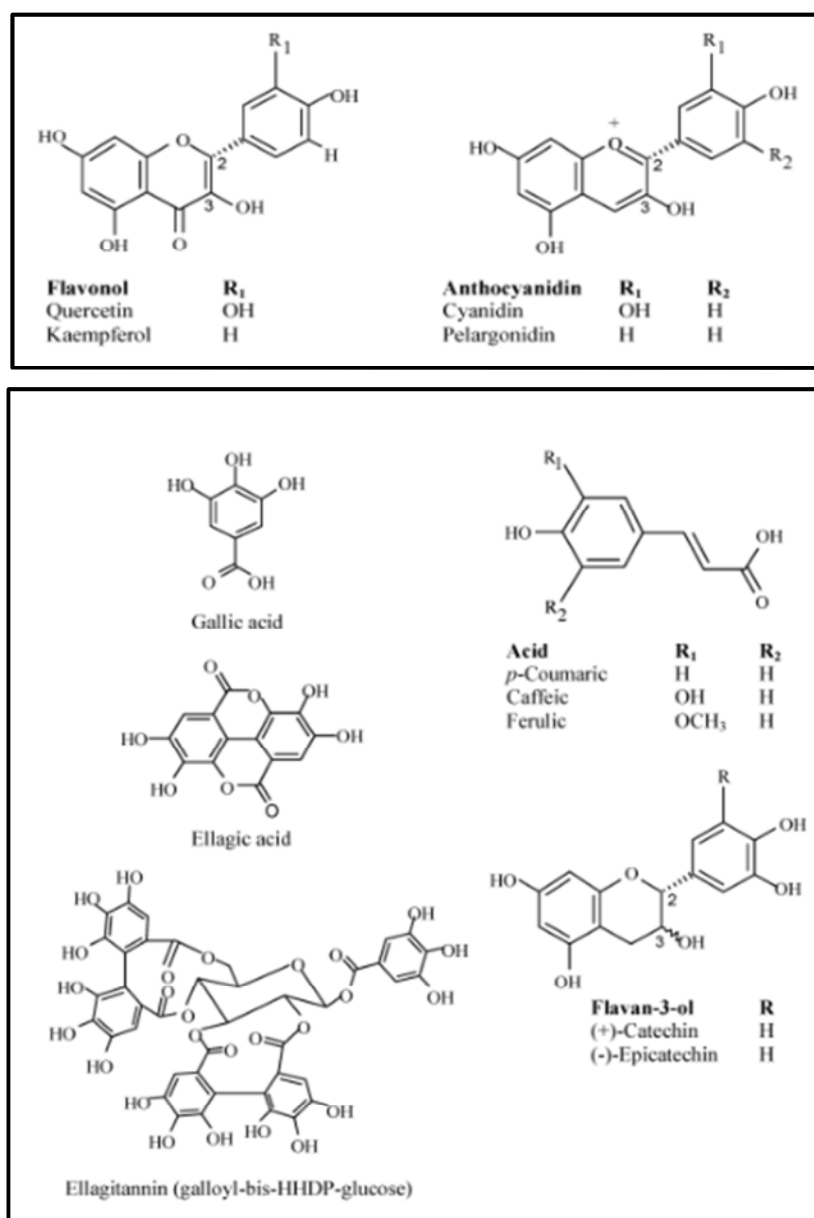


FIGURA No 2 ESTRUCTURAS QUÍMICAS DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA MORA ANDINA.

En la mora los principales polifenoles son los antocianos y los elagitaninos, según Howard *et al.* (2007) se han detectado concentraciones de antocianos en mora en un rango de 31 a 256 mg/ 100 g de fruta fresca. (52)

Comparado con los antocianos el contenido de proantocianidinas es mucho menor con concentraciones de 9 a 27 mg/100 g, en flavolones de 4 a 30 mg / 100 g, en ácido elágico de 2 a 34 mg/ 100 g y ácidos fenólicos de 7 a 64 mg/ 100 g. La concentración de polifenoles puede alcanzar niveles de hasta 3926 mg/ 100 g (Vasco et al., 2009). (52)

### ➤ **ANTOCIANOS**

Los antocianos se encuentran ampliamente distribuidos entre frutas y vegetales. Siendo una de las principales clases de flavonoides solubles en agua. Son muy conocidos por su habilidad para aportar coloraciones rojas, azules y moradas a las plantas y las frutas rojas como son la uva tinta, fresas, moras, y arándanos entre otros. (Wu et al, 2005). (52)

Químicamente son glucósidos fruto de la unión de antocianidinas y uno o más monosacáridos. Los azúcares que normalmente forman parte de las estructuras de los antocianos en las bayas son la glucosa, arabinosa, xilosa y la ramnosa. Los glucósidos pueden además estar acilados con ácidos como el acético, succínico, málico y oxálico. (52)

En la mora se han detectado predominantemente antocianos derivados de la cianidina unidos a varios azúcares (glucosa, arabinosa, rutinosa y xilosa). Los antocianos identificados se encuentran en un 94% de los casos sin acilar, en un 90% como monoglucósidos y en un 10% como diglucósidos (Howard *et al.*, 2007). (52)

Los principales antocianos presentes en el género *Rubus* son el glucósido de cianidina y el rutinósido de cianidina se aprecia sus estructuras químicas en la FIGURA No. 3. Varios autores coinciden en las concentraciones de estos dos compuestos en la especie *Rubus glaucus*. (52)

Tanto Garzón *et al.* (2009) como Mertz *et al.* (2007) coinciden en una menor cantidad de glucósido de cianidina con proporciones de 40 y 30% del total de antocianos y mayor cantidad del rutinósido de cianidina con porcentajes entre 45% y 60%. Por el contrario

Vasco *et al.* (2009) publicó que la composición del rutinósido de cianidina en esta especie es de un 30% frente a la de glucósido de cianidina que es de un 60%. (52)

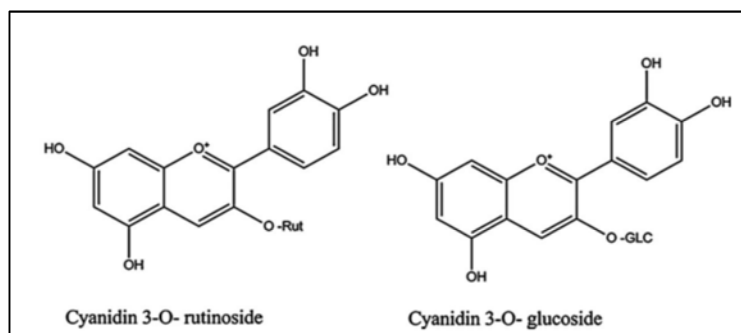


FIGURA No 3 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LAS CIANIDINAS DE LA MORA ANDINA.

### ➤ POLIFENOLES

La presencia de elagitaninos en alimentos está limitada a algunas frutas como las fresas (*Fragaria x ananassa D.*), moras (*Rubus sp.*), frambuesas (*Rubus idaeus L.*) y uva variedad moscatel (*Vitis rotundifolia*). Los elagitaninos son el principal grupo fenólico de estas frutas responsables de la astringencia y de las propiedades antioxidantes de las moras (Vrhovsek *et al.*, 2006). Los elagitaninos de *Rubus glaucus* son una mezcla compleja de taninos monoméricos y oligoméricos (ácido elágico, ácido gálico, sanguisorbol...). (52)

Químicamente los elagitaninos son polifenoles de elevado peso molecular e insolubles en agua; son ésteres del ácido hexahidroxidifénico (ácido elágico) y sus derivados. El ácido elágico cuya estructura química se observa en la FIGURA No. 4, se forma por acoplamiento oxidativo de dos moléculas de ácido gálico. Las frutas de baya contienen ácido elágico libre, acetilado y glucosilado. Debido a las diferentes uniones de estas moléculas se pueden encontrar distintos tipos de elagitaninos dependiendo del tipo de fruta. (52)

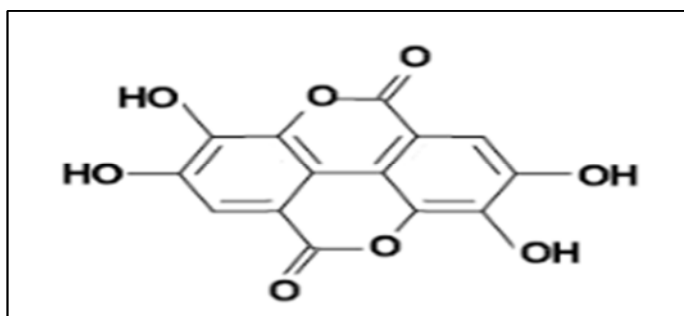


FIGURA No 4 ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ÁCIDO ELÁGICO.

En mora se han detectado concentraciones de hasta 1,2 a 3,0 mg/ 100 g de ácido elágico y 51,1 a 62,8 mg/100 g de elagitaninos. La mayor parte de los elagitaninos y ácido elágico se encuentran en las semillas (alrededor del 88%) mientras que el 12% restantes se encuentra en la pulpa (Howard et al., 2007). (52)

Los polifenoles, productos naturales distribuidos en las plantas, poseen numerosas actividades biológicas, incluyendo anti-inflamatoria, la cual ha sido atribuida a sus propiedades antioxidantes. Con el objeto de aislar polifenoles de la mora entre otras frutas similares; los extractos acuosos de las frutas, fueron sometidos a técnicas cromatográficas convencionales y separados en columnas de gel de sílice. Las fracciones obtenidas se identificaron usando cromatografía de papel. (9)

La actividad anti-inflamatoria de las fracciones fue evaluada por la inhibición de la enzima hialuronidasa, relacionada con procesos inflamatorios y comparada con la aspirina, droga AINE que inhibe la enzima. Todas las fracciones de mora mostraron un efecto inhibitorio sobre la enzima; siendo las M2 y M6, las que inhibieron a la enzima en un porcentaje superior o igual al de la aspirina. (9)

#### 1.2.4 USO TERAPÉUTICO DE LA MORA DE CASTILLA *Rubus glaucus* B.

El jarabe de mora es útil contra el romadizmo, la diarrea y lombrices; mezclado con agua de cebada constituye un buen gargarismo contra úlceras de la garganta. Con mora se prepara un jarabe así: se lava  $\frac{1}{4}$  de moras, se hierven con muy poca agua, se cuela y se

coloca en un recipiente con  $\frac{1}{4}$  de kilo de miel pura; se hierve a fuego lento hasta que tome consistencia de jarabe, se guarda en frasco de vidrio bien tapado y se toman dos cucharadas soperas cada dos horas, previamente entibiado. (14)

Es depurativa, diurética y de suave efecto laxante. Por su contenido en vitamina C, se recomienda en casos de astenia, hemorragias, estreñimiento, inflamaciones del estómago e intestinos y en enfermedades del aparato respiratorio. Por su contenido en hierro asimilable es estupenda para combatir anemias. Es diurética y depurativa; despierta el apetito, contribuye a remineralizar el organismo. (14)

En casos de tos, resfríos, catarros, inflamaciones de la boca y la garganta se hacen gárgaras cada dos horas con jugo de mora tibio. Cuando hay fiebre se recomienda jugo de mora pues por su riqueza en los ácidos málico y cítrico tiene propiedades desinfectantes y microbicidas. Para el estreñimiento tomar jugo de moras. Con el té de las flores del moral se detienen infecciones urinarias. Por ser un diurético natural, el té de las hojas tienen propiedades laxantes, se usa para bajar la fiebre y, en los diabéticos, para descender el azúcar en la sangre. Está contraindicada en hipertensión. (14)

### **1.3 MANZANA *Pyrus malus*.**

El manzano, cuyo nombre botánico es *Malus comunis*, que se puede apreciar en la fotografía 3, es originario de Europa y pertenece a la familia de las *Rosáceas*. En el Cáucaso y en el Asia Central este cultivo también se encuentra en las áreas templadas y en las regiones montañosas de poca elevación. Actualmente, en América se encuentran plantaciones de manzano desde Guatemala hasta Canadá, en los países colindantes con la cordillera de los Andes (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) y muy especialmente en Chile y Argentina, quienes se encuentran entre los principales productores del mundo. (43)

La planta de manzano alcanza como máximo los 10 metros de altura, con una copa globosa, con tronco derecho que normalmente llega a medir de 2 a 2.5 metros de altura,

la corteza está cubierta de lenticelas (tejido celular un poco cristalizado y duro), de textura lisa y bien adherida de color cenizo-verdoso sobre las ramas y gris pardo y escamoso sobre las partes viejas del árbol. Se considera que los árboles de manzano pueden tener una vida útil de 60 a 80 años. (43)

Una excepción son los manzanos que están injertados sobre patrones enanos, cuya vida útil puede estimarse de 20 a 25 años, pero la densidad poblacional es muy alta e igualmente los rendimientos por unidad de área. En la FOTOGRAFÍA No. 2 se aprecia a la manzana chilena fresca. (43)



**FOTOGRAFÍA No 2 MANZANA CHILENA.**

El sistema radicular del manzano es superficial y poco ramificado. Las hojas son ovaladas, aserradas, con dientes obtusos, blandas con el haz color verde claro; las hojas miden el doble de longitud que el pecíolo y muestra de 4 a 8 nervios alternados, pero bien desarrollados. (43)

Las flores son relativamente grandes, casi sentadas sobre un pedúnculo corto y siempre se abren con mayor anterioridad que las yemas foliares (hojas). Las flores son hermafroditas. Tienen un color rosado pálido a blanco. La humedad en el suelo es indispensable (el espacio poroso debe contener agua y aire que alimenta el sistema de raíces de la planta), dado el gran volumen de producción que desarrolla. (43)

Las plantaciones deben de establecerse en aquellos lugares que durante la época fría del año, exista cierta ventilación para ayudar a drenar el aire frío que puedan dar origen a las heladas. (43)

El manzano puede ser propagado por semilla, estaca o injerto, siendo este último el más recomendable y debe ser realizado sobre patrones conocidos (Criollos, Manzano Doucin, East Malling 9, East Malling 1, etc.) que son resistentes a las plagas y enfermedades del suelo como sequías, heladas y períodos lluviosos prolongados. (43)

Las manzanas ahora se encuentran disponibles todo el año. Sin embargo, a principios de este siglo en el verano no se juntaban manzanas. Se cosechaban en otoño y se almacenaban en áreas frescas. Para finales de la primavera, ya eran demasiado viejas y blandas, y finalmente se pudrían. Conforme fueron entrando en uso mejores métodos de refrigeración, las manzanas comenzaron a almacenarse a bajas temperaturas y a tener vidas de almacenaje más prolongadas. (11)

El fruto del manzano se clasifica como un “pomo” complejo, que consiste en la pared del ovario, un receptáculo y tejidos florales que han crecido alrededor de la pared del ovario. Los pomos están compuestos de cinco o más carpelos. Durante el desarrollo, las capas internas de la pared del ovario se hacen cartilaginosas, formando el corazón del fruto. El fruto del manzano como se especifica anteriormente es globoso de pedúnculo corto y en su centro puede tener de 4 hasta 6 o más semillas de color pardo brillante. (43)

Son numerosas las variedades de frutos de manzano, pero la clasificación más sencilla al momento de la maduración, es la siguiente: unicoloras, multicoloras y estriadas. Es un excelente fruto de mesa, muy apreciado como postre y tiene fama de ser digestivo y aliviar desarreglos intestinales. Para analizar el fruto del manzano este se clasifica en distintas variedades, resistencia o firmeza; sólidos solubles y la acidez del fruto (43), como se puede apreciar en la TABLA No. 5:



**TABLA No. 5 COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE ALGUNAS VARIEDADES DE MANZANA CHILENA.**

<b>Variedad</b>	<b>S. Solubles (° Brix)</b>	<b>Firmeza (kg)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez titulable</b>
Fuji Royal	18,4 ± 1,1	7,0 ± 1,4	3,9 ± 0,1	0,44 ± 0,08
Granny Smith	12,7 ± 0,04	6,0 ± 1,1	3,2 ± 0,1	0,64 ± 0,11
Fuji	15,0 ± 0,9	6,2 ± 0,1	4,0 ± 0,1	0,26 ± 0,05

FUENTE: LORENA PACHECO - 2009

### 1.3.1 EL MERCADO DE LA MANZANA.

Chile contaba en la temporada 2004/2005 con alrededor de 36.000 ha plantadas (ODEPA, 2009), las que se encontraban cultivadas desde Rancagua hasta Linares. Casi el 79% de la producción total se encontraba entre la VI y VII Región, ya que se presentan las condiciones climáticas y de calidad de suelo adecuadas para el desarrollo de este tipo de cultivo (Cerdea *et al.*, 2004). (28)

En el año 2005 Chile presentó una producción de 1.300.000 toneladas de manzanas (ODEPA, 2009). En la actualidad varios son los factores que han hecho que el escenario para los productores de manzanas sea positivo, pero fundamentalmente el alza en los precios y una mayor demanda a nivel internacional, como consecuencia de la apertura de nuevos mercados, como India y Rusia; considerando además las distintas variedades que ofrece el país (Chile Potencia Alimentaria, 2008). (28)

En la temporada 2004/2005 Chile exportó cerca de 640 mil toneladas de fruta fresca, valorizadas en más de US\$ 334 millones, concentrando sus envíos a América Latina (33,7%), Europa (31,1%), Estados Unidos (15,5%), Corea del Norte (6,1%) y Rusia (7,0%) (ODEPA, 2009). Tal como se muestra en la figura 5, las variedades exportadas por Chile en el año 2005, informadas en porcentaje, corresponden a: Red Delicious, Red Starking, Red Chief, Granny Smith, Gala, Fuji y Braeburn (ODEPA, 2009). (28)



**FIGURA No. 5 VARIEDADES DE MANZANA EXPORTADAS DESDE CHILE.**

La manzana se consume principalmente como fruta fresca y también se utiliza como materia prima de procesos productivos para elaboración de jugos, néctares y fruta deshidratada, entre otros. Estos datos se muestran en la FIGURA No. 5 donde se informa la producción total e importación de los países con mayor producción en el mundo, entre los cuales se sitúa la Unión Europea, China, Estados Unidos, Chile, Argentina y Nueva Zelanda. Además se informa la utilización de los frutos en cada uno de los países, separándose en consumo fresco y procesamiento. (28)

### 1.3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA.

La manzana contribuye a una dieta baja en grasas y promueve el bienestar a todo el cuerpo. Las dietas bajas en grasas saturadas, colesterol y ricas en alimentos que contengan fibra soluble como las frutas, verduras y granos, pueden reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Es un fruto globoso, de corteza delgada y lisa, pulpa carnosa con sabor ácido y azucarado. En la TABLA No. 6, se detalla más sobre la composición química de la manzana chilena. (43)

**TABLA No. 6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MANZANA CHILENA.**

Calorías	Agua (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)	Fósforo (mg)	Calcio (mg)	Vitamina C (mg)
56,0	84,2	0,3	0,3	14,5	0,5	10,0	7,0	5,6

FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ALIMENTOS, UNIVERSIDAD DE CHILE

Las manzanas son las frutas más completas, ya que son ricas en pectina, ésta es una fibra soluble que ayuda a la digestión y a reducir la posibilidad de enfermedades de cáncer y del corazón. El comer 100 gramos de manzana contribuye a la dieta con 56 calorías. La manzana es una fuente de vitamina C que ayuda a reforzar el sistema inmunológico, contiene boro elemento que ayuda a mantener los huesos duros, previniendo así la osteoporosis, con un aporte de 7 mg de calcio. (43)

El valor nutricional de la manzana, detallado en la TABLA No. 7, por las cualidades desde el punto de vista dietético, es ampliamente reconocido, tanto por los profesionales de la nutrición como a nivel popular. Es especialmente elevado su contenido en potasio y bajo en sodio. El contenido en vitamina C es variable según el tipo de variedad y las condiciones de almacenamiento. (43)

**TABLA No. 7 VALOR NUTRICIONAL DE LA MANZANA EN 100 g DE SUSTANCIA COMESTIBLE.**

<b>Elemento</b>	<b>Medida</b>	<b>Valor Nutricional</b>
Agua	g	84
Proteínas	g	0,3
Lípidos	g	0,6
Carbohidratos	g	15
Calorías	Kcal	58
Vitamina A	UI	90
Vitamina B1	mg	0,04
Vitamina B2	mg	0,02
Vitamina B6	mg	0,03
Ácido nicotínico	mg	0,1
Ácido pantoténico	mg	0,1
Vitamina C	mg	5
Ácido málico	mg	270 – 120
Ácido cítrico	mg	0 – 30
Ácido oxálico	mg	1,5
Sodio	mg	1
Potasio	mg	116
Calcio	mg	7

Magnesio	mg	5
Manganeso	mg	0,07
Hierro	mg	0,3
Cobre	mg	0,08
Fósforo	mg	10
Azufre	mg	5
Cloro	mg	4

FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ALIMENTOS, UNIVERSIDAD DE CHILE

La pectina le confiere propiedades astringentes que disminuyen la diarrea y el estreñimiento; además, esta sustancia ayuda al cuerpo a eliminar metales nocivos como el plomo y el mercurio que se adquieren a través de la polución ambiental. Lo mejor es que sí a alguien le molesta la acidez de la carnaza, basta con que la someta a una cocción ligera para que el sabor le resulte más agradable. (43)

Por otra parte, recientes estudios realizados en Francia, Italia e Irlanda han demostrado que el consumo de dos manzanas diarias, pueden reducir hasta en 10% el nivel de colesterol en la sangre. El azúcar que contienen las manzanas es la fructosa que se asimila lentamente en el cuerpo y contribuye a mantener un nivel equilibrado de glucosa en la sangre. (43)

Por su riqueza en ácido málico, las manzanas son grandes desinfectantes y neutralizadores de la acidez de la sangre, depuran vías respiratorias, favorecen la expectoración y limpian intestinos, riñones y dermis. (43)

Según, Arthey y Ashurst (1996), la manzana posee un pH entre 2,8 – 3,3 y tiene alrededor de 11% de azúcares, pero esto varía según el cultivar y según las condiciones de cultivo. En general, el agua y azúcares constituyen en conjunto un 95% de los componentes de la manzana por lo que el contenido de azúcares varía de acuerdo al contenido de agua, (Chile, Corporación de fomento de la producción, 1980). (28)

Datos importantes de mencionar son los descritos por Medel (1993), determinando la cantidad de azúcares presentes en el fruto como 12,10 °Brix y una firmeza de 18,4 lb. Además, tal como menciona Liu *et al.*, citado por Yuri *et al.* (2008), la manzana contiene una variedad de fitoquímicos con fuerte capacidad antioxidante entre los cuales figuran: quercetina, floridzina y ácido clorogénico. (28)

### 1.3.2.1 Carbohidratos

En la TABLA No. 8 se detalla la composición carbohidratada de la manzana chilena.

**TABLA No. 8 CANTIDAD DE CARBOHIDRATOS DE LA MANZANA. (74)**

<b>COMPOSICIÓN CARBOHIDRATADA DE LA MANZANA CHILENA</b>	
<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
Azúcar	10,80 g
Fructosa	5,74 g
Galactosa	0 g
Glucosa	2,03 g
Lactosa	0 g
Maltosa	0 g
Oligosacáridos	0 g
Sacarosa	2,55 g
Almidón	0,60 g
Almidón resistente	0 g
Celulosa	0,62 g
Lignina	0,01 g
Polisacáridos no celulósicos insolubles	0,91 g
Polisacáridos no celulósicos solubles	0,48 g

FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ALIMENTOS, UNIVERSIDAD DE CHILE

Son una fuente de energía barata y disponible, derivada principalmente de plantas. El exceso de calorías de carbohidratos se almacena como triglicéridos, los cuales se sintetizan en el hígado y en el tejido adiposo. El desdoblamiento total de la glucosa produce acetato, que puede usarse para sintetizar ácidos grasos. La glucosa se utiliza para sintetizar los aminoácidos no esenciales, mientras que los productos del desdoblamiento de los aminoácidos sirven como precursores de la síntesis de glucosa (gluconeogénesis).

Los polisacáridos complejos incluyen principalmente dextrinas y almidones, que son formas digeribles de polisacáridos complejos. La fibra no digerible y parcialmente digerible, constituyen el 3 y 2% de la ingestión dietética de carbohidratos.

Los carbohidratos simples o refinados forman la mayor parte del carbohidrato dietético, de los cuales el disacárido sacarosa proporciona el 60% de las calorías de los carbohidratos refinados, y la lactosa, glucosa y fructosa, el resto. (10)

Los bloques de construcción de todos los carbohidratos son los azúcares simples llamados monosacáridos. Un monosacárido puede ser un aldehído polihidroxilado (aldosa) o cetona polihidroxilada (cetosa). Los azúcares de seis átomos de carbono son los más abundantes en la naturaleza, pero también hay dos azúcares de cinco átomos de carbono, la ribosa y la desoxirribosa, que forman parte de la estructura del ARN y del ADN, respectivamente. (4)

La producción mundial de sacarosa es del orden de 35 millones de toneladas anuales de las cuales 1/3 procede de la remolacha azucarera y 2/3 de la caña de azúcar. También se obtienen diversos subproductos: pulpas, fibras que se utilizan en alimentación animal y para la fabricación del papel. (7)

En la industria alimentaria, el azúcar se utiliza especialmente bajo dos formas: Azúcar en polvo y “azúcar líquido”. El primero se usa corrientemente. Se emplea para los alimentos secos o cuando no conviene añadir agua (chocolates, zumos de frutas). El azúcar en polvo debe almacenarse a una temperatura inferior a los 35°C y con una humedad relativa inferior a 60%, para evitar que se apelmace. (7)

El “azúcar líquido” (> 62% P/P de sacarosa) es muy cómodo de manipular, porque puede bombearse. Está protegido contra el desarrollo de bacterias (los *Leuconostoc*, productores de dextrano, no proliferan por encima del 60% P/P). Se utiliza, sobre todo en los E.U.A., para los alimentos donde al azúcar irá disuelto: frutas en conserva, jarabes, helados, productos lácteos, bollería, confitería, bebidas gaseosas. (7)

### ➤ PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS.

La sacarosa es un disacárido de glucosa y fructosa: 1,2'- $\alpha$ -D-glicopiranosil- $\beta$ -D-fructofuranósido. En la FIGURA No. 6 se aprecia su estructura molecular. (7)

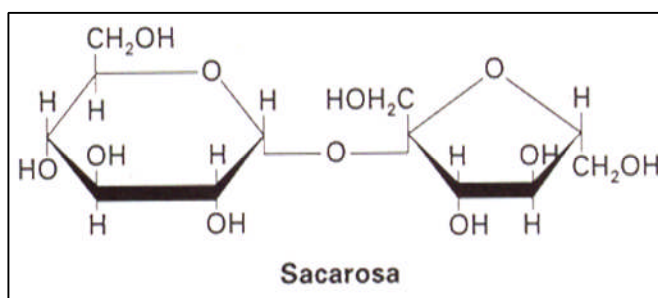


FIGURA No. 6 ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA SACAROSA.

La ausencia de funciones reductoras semi-acetalicas (la función aldehído de la glucosa y la función cetónica de la fructosa están bloqueadas) explica el que la sacarosa no tenga poder reductor y que no sea sustrato de pardeamiento no enzimático. Para que la sacarosa llegue a ser tal sustrato, debe hidrolizarse (“invertirse”) en glucosa y fructosa. (7)

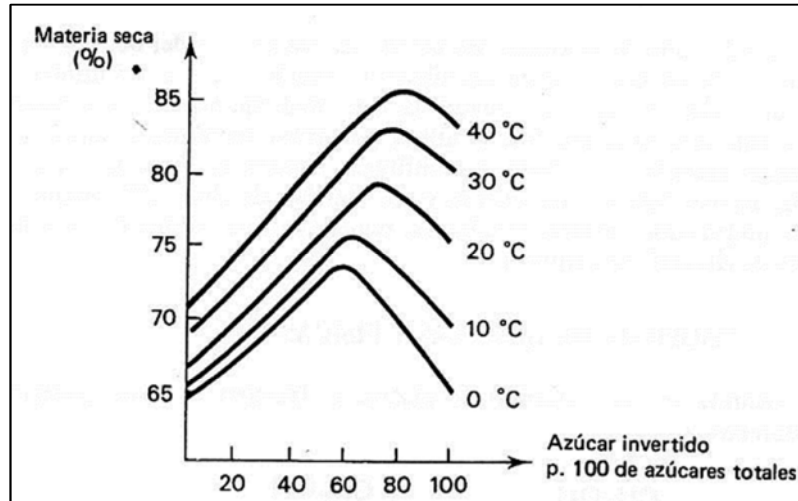
### ➤ INVERSIÓN DE LA SACAROSA Y AZÚCAR INVERTIDO.

La hidrólisis de la sacarosa puede realizarse por la invertasa (por ejemplo, la invertasa de las levaduras de panadería o vinificación). También puede conseguirse inversión por hidrólisis ácida (ácido clorhídrico a temperatura elevada; pasada sobre resinas sulfónicas). Está favorecida por el pH ácido de un alimento y se produce espontáneamente en los zumos de frutas durante su almacenamiento. (7)

El producto formado se llama azúcar invertido y existe, en estado natural, en la miel. Se denomina inversión porque el poder rotatorio de la solución frente a la luz polarizada es invertido por la hidrólisis: pasa de  $(\alpha)_D = -66^{\circ},5$  (solución de sacarosa) a  $-20^{\circ}$  (solución azúcar invertido). La inversión también motiva un aumento del 5,26% del peso en materia seca en la solución, una débil elevación del sabor dulce y sobretodo una

elevación de la solubilidad del azúcar en solución, como lo indica el GRÁFICO No. 1.

(7)



**GRÁFICO No. 1 CURVAS DE SOLUBILIDAD DE MEZCLAS SACAROSA-AZÚCAR INVERTIDO A DIFERENTES TEMPERATURAS.**

Esta posibilidad de aumentar la concentración de azúcares en solución es especialmente útil para la producción de jarabes de azúcares, también disminuye el peligro de desarrollo de levaduras o de mohos osmófilos. El aumento de solubilidad motivado por la inversión, se debe a la elevada solubilidad de la fructosa y la dificultad de cristalización de la glucosa. Esto se ilustra en la TABLA No. 9. En efecto, en una solución sobresaturada la glucosa cristaliza mucho más lentamente que la sacarosa. (7)

**TABLA No. 9 SOLUBILIDAD DE DIVERSOS AZÚCARES EN AGUA.**

Azúcar	g/100 g H <sub>2</sub> O
Sacarosa	204
Fructosa	375
Glucosa (hidrato)	107
Maltosa (hidrato)	83
Lactosa (hidrato)	20

FUENTE: CHEFTEL & CHEFTEL – 1976.



➤ **SOLUBILIDAD Y CRISTALIZACIÓN DE LA SACAROSA.**

La solubilidad de la sacarosa a diversas temperaturas se indica en la TABLA No. 10. Como ya se explicó anteriormente, la solubilidad de los azúcares totales también pueden aumentar por adición de azúcar invertido así como la glucosa o “jarabes de glucosa” además, esta adición permite ajustar la viscosidad de soluciones de azúcar. (7)

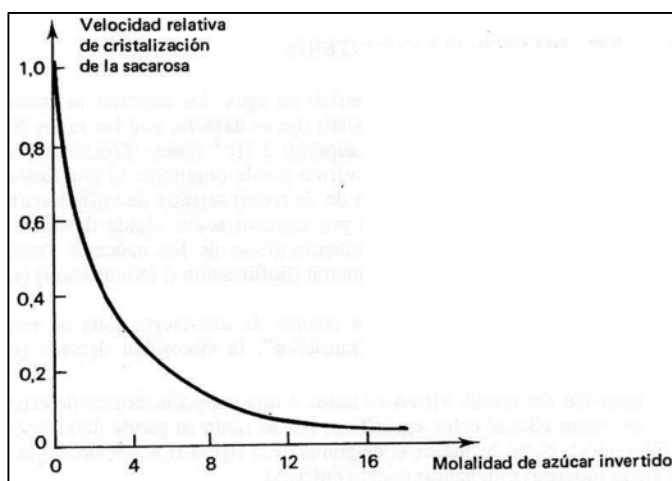
**TABLA No. 10 SOLUBILIDAD DE LA SACAROSA EN AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS.**

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>% P/P</b>
0	64,18
10	65,58
20	67,09
30	68,70
40	70,42
50	72,25
90	80,61
100	82,97

FUENTE: CHEFTEL & CHEFTEL – 1976.

Se puede obtener fácilmente soluciones sobresaturadas de sacarosa, enfriando soluciones saturadas, preparadas a elevada temperatura. La velocidad de cristalización de sacarosa en soluciones sobresaturadas y el tamaño de los cristales formados, pueden reducirse considerablemente por la adición de glucosa, azúcar invertido como lo muestra el GRÁFICO No. 2, “jarabes de glucosa” o agentes hidrocoloides que elevan la viscosidad. (7)

Esta propiedad se utiliza en confitería para conseguir productos donde la sacarosa no cristalice a pesar de su elevada concentración. Así, para algunos alimentos donde la cristalización de los azúcares representa un defecto de textura (algunos caramelos, cremas heladas), interesan más las velocidades de cristalización que los límites de solubilidad. (7)



**GRÁFICO No. 2** INFLUENCIA DEL AZÚCAR INVERTIDO SOBRE LA VELOCIDAD DE CRISTALIZACIÓN DE LA SACAROSA A 30 °C.

### ➤ **HIGROSCOPICIDAD DE LA SACAROSA Y OTROS AGENTES HIGROSCÓPICOS.**

La higroscopicidad de los azúcares también afecta la textura de algunos alimentos con relación a esto la glucosa, maltosa y los “jarabes de glucosa” de elevado poder reductor, son menos higroscópicos que la sacarosa y menos aún que el azúcar invertido y la fructosa. (7)

En un alimento se aconseja la presencia de componentes higroscópicos cuando se busca mantener cierto grado de humedad, tal como ocurre en dulcería o confitería con relación a esto, el azúcar invertido, la miel (utilizada por ejemplo en el pan de especias) son buenos humectantes, pero también se utiliza polialcoholes como el sorbitol, manitol, glicerol e incluso etilen-glicol o propilen-glicol. (7)

Además estos tres últimos productos son agentes plastificantes que permiten mantener una textura suave y lubricada. Sin embargo en algunos casos, la presencia de constituyentes higroscópicos resultan favorables; así ocurre en confiterías, donde los azúcares se encuentran en estado vítreo (amorfo); en efecto, la adsorción de agua puede acelerar la cristalización de azúcares, lo que libera el agua adsorbida y hace la masa especialmente pegajosa. (7)

Este doble defecto puede evitarse en algunos caramelos reducidos el contenido de azúcar invertido y aumentado el de “jarabes de glucosa”. Para evitar que se produzca en las leches y zumos de fruta en polvo, es indispensable proteger estos productos contra elevadas humedades relativas, por lo cual se embalan convenientemente. (7)

### ➤ ESTADO VÍTREO Y CONFITERÍA.

En muchos alimentos, de bajo contenido en agua, los azúcares se encuentran en estado vítreo se trata de un estado amorfo (no se detecta con los rayos X ninguna estructura), de viscosidad muy elevada superior a  $10^{13}$  poises. (7)

Esta viscosidad impide la cristalización del azúcar. Este estado vítreo puede obtenerse 1) por fusión térmica en algunos azúcares cristalinos (pero de sacarosa) seguida de enfriamiento, 2) por congelación rápida de una solución, 3) por concentración rápida de una solución a temperatura elevada, seguida de enfriamiento (caso de los azúcares “cocidos”) y, en fin, 4) por deshidratación de una solución (liofilización o atomización) (soluciones de sacarosa, lactosa, etc). (7)

Este estado vítreo no es estable. Por encima de una cierta zona de temperatura llamada de “transformación” o de “transición”, la viscosidad decrece como se aprecia en el GRÁFICO No. 3 y el azúcar puede cristalizar. (7)

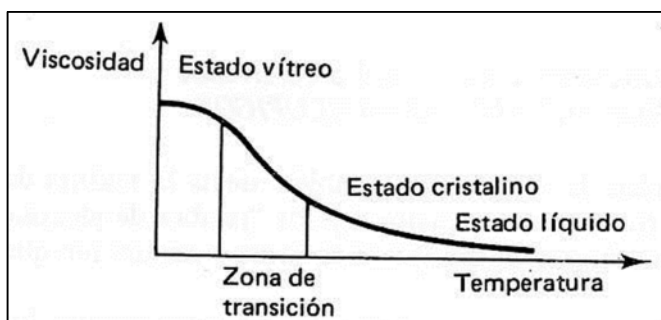


GRÁFICO No. 3

TRÁNSITO DEL AZÚCAR DEL ESTADO VÍTREO AL CRISTALINO:  
VISCOSIDAD EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA.

La desaparición del estado vítreo va unida a una variación brusca de varias propiedades físicas entre ellas el calor específico; por lo tanto se puede detectar por calorimetría

diferencial, como lo indica el GRÁFICO No. 4, obtenido calentando de manera progresiva el azúcar cocido enfriado. (7)

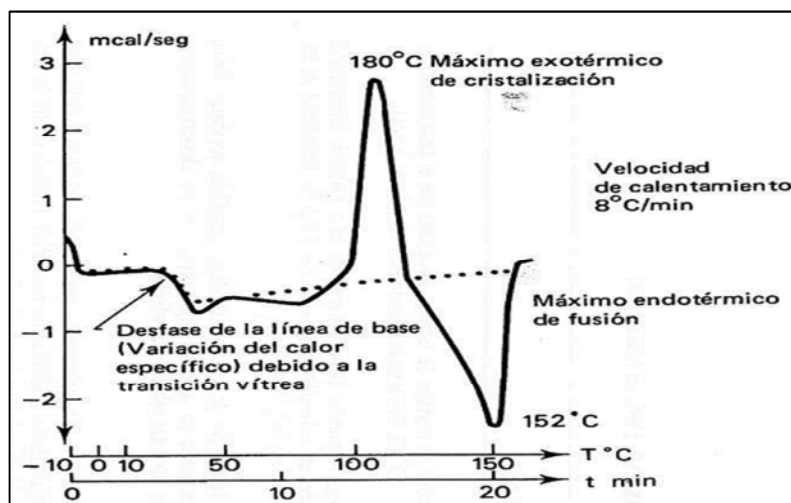


GRÁFICO No. 4 TRÁNSITO DEL AZÚCAR DEL ESTADO VÍTREO AL CRISTALINO: mcal/s EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO.

La temperatura de transición vítrea desciende cuando aumenta el contenido de agua. Estudios recientes demostraron que una adición de glucosa al azúcar cocido disminuye la temperatura de transición y eleva la de cristalización. La TABLA No. 11, indica la temperatura de transición de diversos estados vítreos, obtenidos por congelación, concentración o deshidratación. (7)

TABLA No. 11 TEMPERATURA DE TRANSICIÓN DEL ESTADO VÍTREO AL CRISTALINO.

Estado vítreo	Temperatura de transición (°C)
Glicerol	-93 a -83
Glucosa	20 a 35
Solución 2 M de glucosa	-41
Sacarosa	67
Solución 2 M de sacarosa	-32
Lactosa	> 20

FUENTE: CHEFTEL & CHEFTEL - 1976.

Estos sistemas sólo son estables si se mantienen por debajo de las temperaturas indicadas. Por otra parte, frecuentemente, los azúcares en estado vítreo son

higroscópicos; esto contribuye a su inestabilidad, porque la adsorción de agua aumenta la velocidad de cristalización de los azúcares. (7)

La sacarosa y la lactosa al estado vítreo se hacen pegajosas a causa de esta cristalización ya que el agua expulsada por la cristalización disuelve las capas externas de azúcar. La glucosa al estado vítreo también tiende a licuarse por adsorción de agua. La TABLA No. 12, da algunos ejemplos de alimentos en que intervienen azúcares al estado vítreo, e indica los defectos que pueden motivar la inestabilidad de estos sistemas. (7)

**TABLA No. 12 ALIMENTOS QUE POSEEN AZÚCARES EN ESTADO VÍTREO.**

<b>Azúcares al estado vítreo en los Alimentos: Inestabilidad y remedios</b>			
<b>Alimento</b>	<b>Estado vítreo formado por</b>	<b>Azúcares implicados</b>	<b>Defectos y remedios</b>
Crema helada	Congelación	sacarosa, lactosa	Granos (formación de cristales de lactosa, favorecida por el almacenamiento entre -17 y -23 °C) Evitar un contenido alto de lactosa.
Leche descremada en polvo	deshidratación	lactosa (representa el 40% de la materia seca)	Pegajoso, formando grumos. Debe almacenarse bajo embalaje impermeable a fin de mantener un contenido en agua inferior a 4,5 %. Instantaneización.
Algunos caramelos	concentración por ebullición seguida de enfriamiento	sacarosa, glucosa, azúcar invertido	Hundimiento: formación de granos (cristales); superficies pegajosas. Evitar un elevado contenido en azúcares higroscópicos y un almacenamiento a temperatura y/o humedad relativa muy elevada.
Algunos alimentos liofilizados	deshidratación	Diversos	Licuefacción parcial. Apelotonamientos que se producen durante la liofilización y la retardan. Hacen la hidratación más difícil. Proteger contra las temperaturas y humedades relativas demasiado elevadas.

FUENTE: CHEFTEL & CHEFTEL - 1976.

La naturaleza y composición de los diversos productos de confitería se indica en la TABLA No. 13. Los caramelos duros son soluciones sobresaturadas de sacarosa (estado

vítreo). La cristalización de sacarosa está impedida por la alta viscosidad y rigidez de la masa y por la presencia de otros azúcares, tales como la glucosa y los “jarabes de glucosa”. (7)

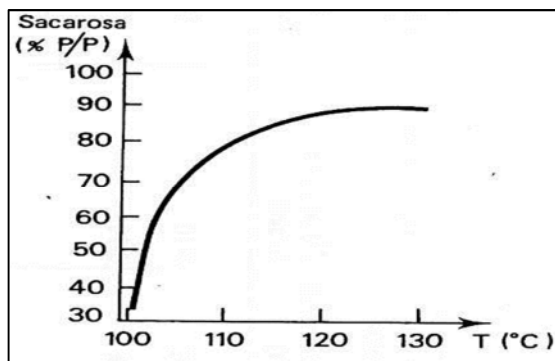
La baja proporción de azúcar invertido (inversión controlada durante la cocción) y un alto contenido en “jarabes de glucosa”, reducen la higroscopicidad; en efecto, una adsorción de agua durante el almacenamiento motivaría cristalización de la sacarosa y pegajosidad. (7)

**TABLA No. 13 COMPOSICIÓN DE PRODUCTOS DE CONFITERÍA.**

<b>Tipo de confitería</b>	<b>Estado físico</b>	<b>Temperatura final de cocción (°C)</b>	<b>Contenido final en agua (%)</b>	<b>Contenido en azúcar invertido (% de azúcares totales)</b>	<b>Contenido en jarabe de glucosa (% de azúcares totales)</b>	<b>Otros constituyentes</b>
Caramelo duro	Vítreo	115-170	1-2	25-100	0-60	mantequilla (≈ 5%)
Fundente	parcialmente cristalino (emulsión)	≈ 115	10-15	50-100	0-40	mantequilla, almidón, ovoalbúmina
Caramelo	no cristalino (emulsión)	≈ 120	≈ 10	0-50	0-50	leche descremada en polvo, grasas
Turrón	no cristalino	≈ 126	≈ 8	0-15	30-60	Grasas

FUENTE: CHEFTEL & CHEFTEL – 1976.

Un contenido elevado en “jarabes de glucosa” retarda la disolución del caramelo en la boca. La temperatura de cocción de los caramelos queda indicada por el GRÁFICO No. 5 y corresponde a la temperatura de ebullición de la sacarosa, que aumenta a medida que la solución se concentra por evaporación de agua. Los caramelos fundentes contienen pequeños cristales, finamente dispersos, de sacarosa y azúcar invertido, conseguidos por batido durante el enfriamiento. Gracias a la presencia de glucosa (azúcar invertido, “jarabes de glucosa”) el contenido en azúcares totales puede alcanzar 78% (P/P) sin que aparezca excesiva cristalización de sacarosa. Con esta concentración de azúcares, también se consigue estabilizar los productos frente al desarrollo de mohos. (7)



**GRÁFICO No. 5**                      **PUNTOS DE EBULLICIÓN DE SOLUCIONES DE SACAROSA.**

Los caramelos con centro interior blando, se preparan con invertasa. Los caramelos contienen suficiente agua y sobretodo azúcar invertido y/o “jarabe de glucosa” para impedir la cristalización de sacarosa. Por tanto, se puede decir que la textura de la mayoría de los productos de confitería depende de controlar la cristalización de la sacarosa presente en solución sobresaturada. (7)

### ➤ **PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN LA GLUCÓLISIS.**

Una vez descritas las reacciones de la vía glucolítica como se aprecia en la FIGURA No. 7, dedicaremos la atención al aspecto contable y a determinar el cambio de energía libre estándar en toda la vía. El proceso general de glucólisis es exergónico y se puede calcular  $\Delta G^{\circ'}$  de cada uno de los pasos. Recuerde que todas las reacciones, desde la triosa fosfato isomerasa hasta el piruvato cinasa, se realizan por duplicado. (4)

Esto da una cifra final de producción de dos piruvatos a partir de la glucosa de  $-74,0 \text{ kJ.mol}^{-1}$  o bien  $-17,5 \text{ kcal.mol}^{-1}$ . La energía liberada en las fases exergónicas del proceso impulsa las reacciones endergónicas. De manera explícita, la reacción neta de glucólisis incluye un proceso endergónico importante, la fosforilación de dos moléculas de ADP.



$$\Delta G^{\circ'} \text{ reacción} = 61,0 \text{ kJ.mol}^{-1} = 14,6 \text{ kcal.mol}^{-1} \text{ de glucosa consumida. (4)}$$

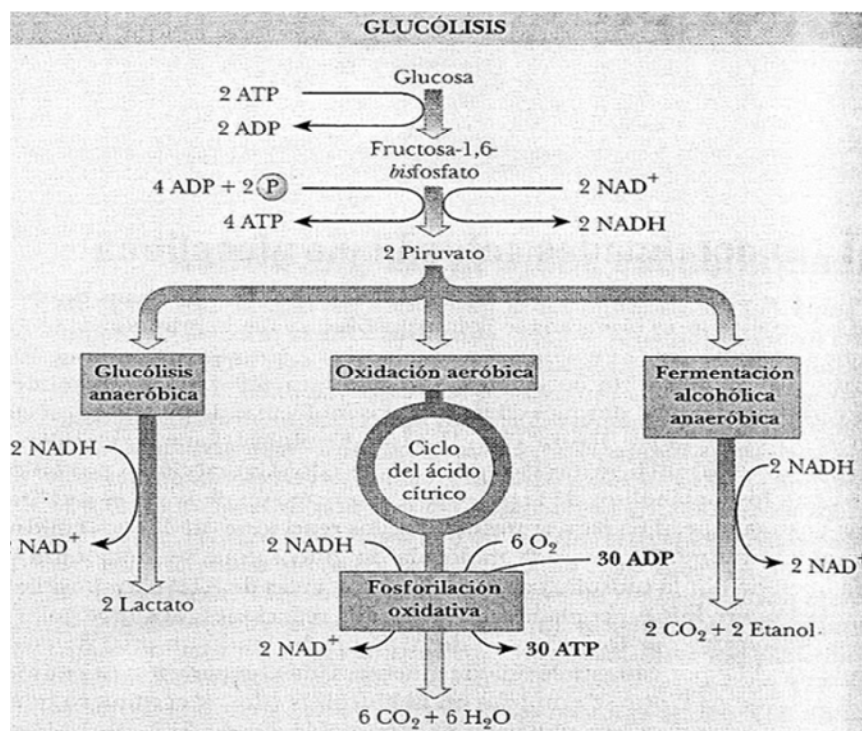


FIGURA No. 7 VÍA GLUCOLÍTICA.

La cifra correspondiente para la conversión de una mol de glucosa en dos moles de lactato es  $-184,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -44,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Sin producción de ATP, la energía liberada por la conversión de glucosa a piruvato se perdería en el organismo y se disiparía como calor. La energía necesaria para producir las dos moléculas de ATP por cada mol de glucosa puede ser recuperada por el organismo cuando el ATP se hidroliza en algún proceso metabólico. (4)

El porcentaje de energía liberada por descomposición de la glucosa a lactato y “capturado” por el organismo cuando se fosforila el ADP para dar ATP, es la eficiencia del uso de la energía en la glucólisis y tiene un valor de  $(61,0/184,6) \times 100$  o aproximadamente el 33%. (4)

Proviene de calcular la energía necesaria para la fosforilación de dos moléculas de ATP como porcentaje de la energía liberada en la conversión de un mol de glucosa a dos moles de lactato. La liberación neta de energía en la glucólisis es de 123,6 kJ (29,5 kcal)



por cada mol de glucosa que se transforma en lactato y se disipa como calor en el organismo. (4)

### 1.3.2.2 Fibra.

Los diferentes tipos de fibras dietéticas y sus fuentes se aprecian en la TABLA No. 14.

**TABLA No. 14 FUENTES DIETÉTICAS DE FIBRA. (10)**

No digeribles (no absorbibles)		Parcialmente digeribles	
Celulosa	Manzanas y peras sin mondar, tallos, granos, salvado, zanahorias frescas, nueces del Brasil	Hemicelulosa	Cebolla, legumbres, salvado, betabel, berenjena, rábanos
Lignina	Frutas (peras), salvado, pan de trigo integral tostado, patatas fritas o doradas	Pectina	Frutas (cáscaras), patatas, col

FUENTE: FELDMAN - 1990

A la materia o fibra vegetal no digerible en la dieta, coloquialmente se le llama fibra. Está formada principalmente por carbohidratos complejos, muchos de los cuales tienen componentes proteicos y, por lo tanto son parcial totalmente solubles. (4)

Apenas se están comenzando a comprender cabalmente los beneficios de la fibra en la dieta. Desde hace tiempo se sabe que la fibra estimula la actividad peristáltica y ayuda al desplazamiento del alimento digerido por los intestinos, lo que reduce el tiempo de tránsito a través de ellos. (4)

Las sustancias potencialmente tóxicas en los alimentos y en la bilis se unen a la fibra y son expulsadas del cuerpo, lo que evita que dañen el intestino grueso o que se reabsorban ahí. La evidencia estadística indica que el alto contenido de fibra también reduce el cáncer de colon y otros tipos de cáncer, precisamente porque la fibra se une a los posibles carcinógenos. Este beneficio también puede deberse a que una dieta con alto contenido de fibra carece de otras cosas. (4)

Las personas que siguen este tipo de dietas también suelen ser menos obesas y consumen menos calorías. Por lo tanto, cualquier diferencia en enfermedades del corazón o cáncer con otras personas que no incluyen alto contenido de fibra en su dieta, se deba a estas ventajas. Se ha hecho mucha publicidad acerca de que la fibra en la dieta reduce el colesterol. La fibra se une al colesterol y ciertamente reduce sus niveles en la sangre. La reducción expresada en porcentaje, es más elevada en los casos en que el nivel original de colesterol es más alto. La fibra tiene dos formas: la soluble y la insoluble. (4)

La fibra soluble incluye amilopectina y otras pectinas y almidones complejos. Debido al incremento del área superficial, estas fibras parecen ser más benéficas porque se unen muy bien con el agua, y produce saciedad ayudando a sentir el estómago lleno. (4)

#### ➤ PECTINAS Y GELES PÉCTICOS.

Las sustancias pécticas son polímeros lineales del ácido galacturónico, como lo indica la FIGURA No. 8, que tienen una parte más o menos amplia de grupos carboxilos esterificados por radicales metilo:

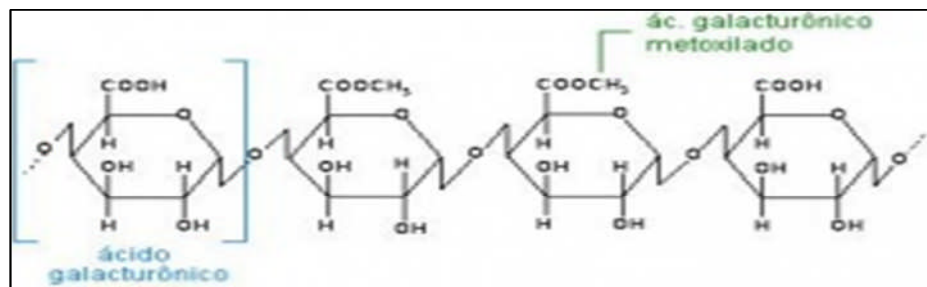


FIGURA No. 8 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA PECTINA.

Se encuentran principalmente en las paredes celulares y los espacios intercelulares de los tejidos vegetales; son capaces de retener mucha agua y participan en la transferencia de agua en las plantas. En la práctica se emplea el término pectinas tanto para los ácidos pectínicos como para las pectinas propiamente dichas, que además se lograron en laboratorio. (7)

La proporción de metilación se expresa por el contenido en metoxilo  $-\text{OCH}_3$ , resultante de la determinación analítica; la metilación total corresponde a un contenido en  $-\text{OCH}_3$  del 16,3% mientras que, en general, las pectinas que se extraen de diversos vegetales presentan contenidos en metoxilo comprendidos entre 10 y 12%. (7)

La longitud de la cadena también es variable y puede incluir desde algunas unidades a varios centenares de ácido galacturónico; esto representa un peso molecular que va de 1000 a 100000. Una pectina, tal como se obtiene de un extracto de un tejido vegetal, se compone de moléculas de longitud variable, pero en general poco dispares de la media. (7)

En los vegetales, las pectinas están ligadas frecuentemente a la celulosa, especialmente en las paredes celulares, bajo la forma de un complejo, insoluble en agua, aún poco conocido, llamado *protopectina*; muchas veces basta un breve calentamiento en medio ácido, tal como existe de forma natural en muchas frutas, para liberar la pectina que es soluble en agua. Algunas enzimas parecen actuar de la misma forma durante la maduración de las frutas, cuya textura se modifica así progresivamente. (7)

#### ➤ PROPIEDADES; PODER GELIFICANTE.

Desde el punto de vista de la tecnología alimentaria la propiedad más importante de las pectinas es su aptitud para formar geles; por lo que concierne a la pectina en sí misma, los caracteres del gel dependen esencialmente de dos factores: longitud de la molécula péctica y su grado de metilación. (7)

Para un mismo contenido en pectina del gel final, la longitud de la molécula condiciona su rigidez o firmeza. Por debajo de una cierta longitud molecular, una pectina no da geles, cualquiera que sea la dosis empelada y las restantes condiciones del medio. (7)

En cuanto al grado de metilación, contribuye por un lado a regular la velocidad de gelificación, pero, debido fundamentalmente a la influencia de los enlaces entre

moléculas pécticas, también es responsable de algunas propiedades organolépticas de los geles pectina-azúcar-ácido, que forman las pectinas de alto contenido en metoxilo. (7)

### ➤ **FORMACIÓN DE GELES PÉCTICOS.**

Para tener una idea del modo de actuación de estos dos factores, consideremos el mecanismo de la formación de un gel péctico, tal como se admite actualmente. Las pectinas y los ácidos Pécticos son hidrocoloides, fuertemente hidratados, que se encuentran en solución; las moléculas de agua están unidas por enlaces hidrógeno a los grupos hidróxilo de la cadena polimetilgalacturónica. (7)

Asimismo, las moléculas pécticas llevan cargas eléctricas (negativas), lo que las conduce, primero a estirarse y así aumentar la viscosidad de la solución; segundo, a rechazarse una a la otra. (7)

Estos factores concurren para mantener la molécula en estado disperso. Cuando se reducen las cargas e hidratación, los filamentos de pectina tienden a precipitar; se aproximan los unos a los otros y se enlazan entre sí, formando una red tri-dimensional amorfa, sólida, que retiene entre sus mallas la fase líquida. (7)

### ➤ **GELES PECTINA – AZÚCAR – ÁCIDO.**

Volvamos, nuevamente, a las pectinas de alto contenido en metoxilo, tales como las de frutas que se utilizan para la preparación de confituras, jaleas y mermeladas tradicionales. Tal como indicamos antes, la característica esencial de una pectina es la longitud de su molécula; sin embargo, *para una pectina determinada*, presente en un fruto o extraída de una fruta, la formación, rigidez y los restantes caracteres del gel de penden de distintos factores, entre los cuales el contenido en pectina y en azúcar así como el pH definen un equilibrio fuera del cual no se forma el gel. (7)

Esta relación queda ilustrada por la FIGURA No. 9, en la que se trazaron las curvas que limitan las zonas de existencia de un gel para tres contenidos en pectina diferentes; sólo es posible el gel a la derecha y encima de cada curva, siempre que *al mismo tiempo* existan las apropiadas condiciones de contenido en azúcar y acidez; por el contrario, a la izquierda y debajo de cada curva, no puede existir el gel cualquiera que sea la acidez y contenido en azúcar. (7)

Como se ve, en los límites indicados por las curvas, el descenso de uno de los factores puede ir compensado por un aumento de los otros dos: así, las frutas relativamente pobres en pectina sólo dan geles si son, en compensación, muy ácidas o si el contenido final en azúcar es alto; por el contrario, si el contenido en pectina es elevado, los límites de acidez y el contenido en azúcar que permiten la gelificación son muy grandes. (7)

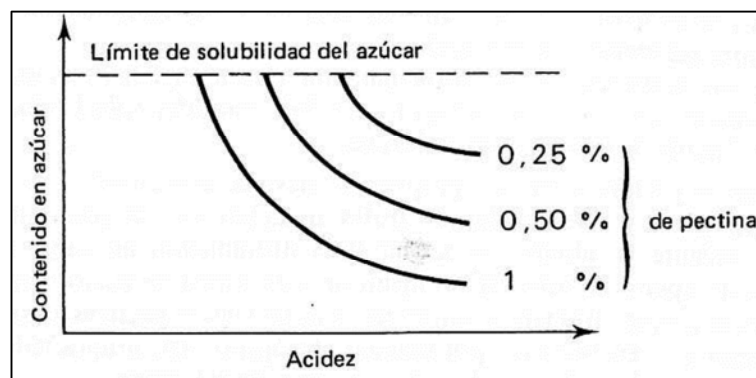


FIGURA No. 9 ZONAS DE EXISTENCIA DEL GEL PECTINA-AZÚCAR-ÁCIDO.

El diagrama de Spencer sólo es una representación cualitativa y sería erróneo interpretarlo de otra forma; incluso las cifras que se dan del contenido en pectina son indicativas; en efecto, un contenido en pectina no significa nada si no se conoce o menciona el poder Gelificante, o “grado” de pectina e incluso si tampoco se indica la rigidez deseada. De manera general, se puede decir que no se consigue un gel por debajo del 50% de azúcar o encima de un pH 4,5 – 5,0; en cuanto al contenido en pectina, por definición se precisa un 0,5% de una pectina de grado 130 para obtener, con un 65% de azúcar, un gel de rigidez satisfactoria. (7)

Pero también intervienen otros factores; el pH será lo suficientemente bajo para conseguir, durante la cocción, la inversión del 30 al 50% de la sacarosa añadida e impedir la cristalización, pero un pH demasiado bajo plantea diversos inconvenientes: inversión excesiva, con peligro de cristalización de glucosa; gelificación demasiado rápida, con formación de grumos; sabor excesivamente ácido; sinéresis, es decir, contracción del gel con exudación de líquido. (7)

Corrientemente el pH que se usa está entre 3 y 3,5. Un contenido en pectina por encima del óptimo, da geles demasiado firmes; si el exceso de pectina proviene de las propias frutas, se puede reducir prolongando la cocción para degradar parcialmente la pectina. Por lo que concierne al contenido final en azúcares (fructosa y glucosa) en la mezcla, no se puede sobrepasar el límite de solubilidad de ninguno de ellos, pero respetando al mismo tiempo el contenido legal del residuo seco soluble. (7)

### 1.3.3 BENEFICIOS TERAPÉUTICOS.

Una manzana contiene aproximadamente dos gramos de pectina. Cuando esta se combina con ciertas sales minerales en una manzana, se forma una sal insoluble que tiene fuertes propiedades laxantes. Si se combinan partes iguales de jugo de manzana y espinaca, ¡se tendrá el “dúo dinámico” que le permitirá limpiar, regenerar y reconstruir el tracto intestinal en su totalidad. (11)

Esta combinación satura las paredes del colon y, casi literalmente, a través de una acción química fuerte pero muy segura, “despega” la materia fecal vieja e incrustada que se ha acumulado a lo largo de muchas semanas y meses. (11)

#### ➤ **ARTRITIS.**

Dosis medidas de jugo de manzana fermentado (1/2 taza dos veces al día), al parecer ayudan a aliviar el dolor de cristales ácidos que se forman alrededor de las articulaciones del cuerpo. (11)

➤ **NIVEL ELEVADO DE COLESTEROL Y TRIGLICÉRIDOS.**

La pectina presente en la pulpa del jugo de la manzana ha sido estudiada a fin de conocer sus efectos en conejos, monos, ratas y ratones sometidos a dietas con grandes cantidades de grasa. De manera invariable, los animales de control de prueba que recibieron pectina de manzana presentaron niveles notoriamente reducidos de colesterol y triglicéridos. Pero para que la pectina sea efectiva, debe incluirse la pulpa junto con el jugo de manzana mismo. (11)

➤ **PARA LA ANEMIA, LA ICTERICIA, FORTALECER EL CEREBRO, EL SISTEMA HEPÁTICO Y LOS RIÑONES.**

Se debe consumir en abundancia; por su riqueza en hierro y vitamina B12, el cual asimila la sangre facilitando la actividad de la médula ósea. O también preparar una infusión de manzanas y toronjil: a medio litro de agua hirviendo agregar un puñado de manzanas finamente rebanadas y 10 g de hojas de toronjil; se deja reposar por 10 minutos y se le agrega el jugo de medio limón, algunos trocitos de canela y una cucharada sopera de miel de abejas. En fin se conoce muchas aplicaciones terapéuticas de la manzana como los que señalaremos a continuación: para casos de romadizos, contra la bronquitis, enfermedades bronquiales, bronquitis, diarreas infantiles y gripe persistente. (14)

#### **1.4 PULPA DE FRUTA.**

Una pulpa de fruta es un sistema diverso en su complejidad física pues contiene una parte sólida conformada por la fibra de las frutas y una líquida que es el jugo o suero de la fruta la cual posee sólidos en solución y en general en suspensión por lo que a continuación definiremos cada uno de estos, para comprender más a la materia prima que servirá para la elaboración de cuero de fruta.

#### 1.4.1 DEFINICIONES

##### **1.4.1.1 Jugo (zummo) de fruta.**

Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos. (68)

##### **1.4.1.2 Pulpa (puré) de fruta.**

Es el producto carnosos y comestibles de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos. (68)

##### **1.4.1.3 Jugo (zummo) concentrado de fruta.**

Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (°Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta. (68)

##### **1.4.1.4 Pulpa (puré) concentrada de fruta.**

Es el producto (definido en 2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa. (13) Los requisitos de las pulpas de frutas ecuatorianas lo indica la tabla 6 y la tabla 7 nos habla sobre los requisitos exclusivos de la pulpa de mora. (68)



Por lo tanto la pulpa de fruta como materia prima constituye un fluido. El cual pertenece a la mayor parte de los alimentos que ingiere o procesa el hombre; el mismo está sujeto a un movimiento constante; en la práctica es muy difícil pensar en un producto o subproducto que no requiera movilización. (25)

La pulpa de fruta no es destinada generalmente al consumo directo. Es una pasta de fruta fresca cocida ligeramente al vapor y colada, con o sin conservantes añadidos. El puré de frutas (p. ej., puré de mango, puré de ciruela) se elabora del mismo modo, pero tiene textura más lisa y fina y puede utilizarse como relleno para pastelería, aunque no se limita a este uso. (25) En las TABLAS No. 15 y 16 se puede observar los requisitos para las pulpas utilizadas como materias primas en el presente proyecto.

**TABLA No. 15 REQUISITOS DE LAS PULPAS DE FRUTA ECUATORIANAS. (68)**

Fruta	Nombre Botánico	Sólidos Solubles Mínimo NTE-INEN 380
Banano	<i>Musa</i> , spp	21,0
Manzana	<i>Malus doméstica</i> Borkh	6,0
Mora	<i>Rubus</i> spp	6,0

FUENTE: NTE-INEN 2337:2008

**TABLA No. 16 REQUISITOS DE LAS PULPAS DE MORA ECUATORIANA. (69)**

Mora variedad Castilla				Mora variedad Brazos			
Parámetro	Madurez de consumo		Método de ensayo	Parámetro	Madurez de consumo		Método de ensayo
	Min	Max			Min	Max	
Acidez titulable % (ácido cítrico)	-	1,8	NTE INEN 381	Acidez titulable % (ácido cítrico)	-	2,1	NTE INEN 381
Sólidos solubles totales, °Brix	9,0	-	NTE INEN 380	Sólidos solubles totales, °Brix	7,0	-	NTE INEN 380
Índice de madurez °Brix/acidez titulable	5,0	-	Ver 8.2	Índice de madurez °Brix/acidez titulable	3,3	-	Ver 8.2

FUENTE: NTE – INEN 2427:2010

#### 1.4.2 REOLOGÍA Y VISCOSIDAD

Se atribuye el uso de la palabra Reología al Profesor Crawford, quien la utilizó para definir a la ciencia del flujo. En el momento actual se acepta que la Reología es la ciencia dedicada al estudio de la deformación y el flujo. (1)

Varias son las razones para determinar las propiedades reológicas de alimentos. Son básicas para realizar mezclas; se utilizan en el cálculo de operaciones básicas con transferencia de calor, masa y cantidad de movimiento. (1)

También se aprovechan para control instrumental de calidad del material crudo previo al procesamiento, de productos intermedios durante la manufactura, y de los productos finales después de la producción. Sirven para evaluar la calidad preferida por el consumidor por medio de correlaciones o composición de alimentos y analizar los cambios estructurales que ocurren durante un proceso. (1)

Entre los parámetros más representativos de estas propiedades es la viscosidad que es un índice de resistencia a fluir ya sea de un gas, líquido puro o una mezcla. (6) Son numerosas las publicaciones de trabajos relacionados con la reología de productos derivados de frutas. (1)

Entre las que directamente se refieren a pulpas, purés o concentrados naturales de frutas, se compendian las siguientes. Bottiglieri y colaboradores (1991), y Vélez y colaboradores (1991), realizaron estudios en pastas de tomate provenientes de industrias. (1)

Rao (1987) presentó ecuaciones para calcular la viscosidad aparente de suspensiones concentradas de manzana, naranja y tomate, como función de la viscosidad del suero y del contenido de sólidos aludidos como pulpa. Rodríguez-Luna y colaboradores (1987) presentaron datos de los parámetros reológicos determinados en néctar de papaya con comportamiento seudoplástico. (1)

El efecto del tratamiento térmico para inactivación de enzimas, sobre los parámetros reológicos de concentrado de tomate, fue estudiado por Fito y colaboradores (1983). El puré de guayaba presentó un comportamiento pseudoplástico a diferentes temperaturas y entre 9,8 a 16 °Brix, según lo establecido por Vitali y Rao. (1)

## **1.5 CONSERVACIÓN POR ELIMINACIÓN DE AGUA**

Este tipo de tratamiento se reduce la disponibilidad de agua en el alimento, disminuyendo la actividad de agua ( $a_w$ ), impidiendo que los microorganismos se multipliquen fácilmente. Una reducción en el  $a_w$  afecta la reproducción, actividad metabólica, resistencia y sobrevivencia de los microorganismos en los alimentos. (8)

El  $a_w$  es la medida del agua disponible en un alimento, es la relación entre la presión de vapor del agua en el alimento (P) y la presión de vapor pura a la misma temperatura ( $P_o$ ). (8)

### **ACTIVIDAD DE AGUA (8)**

$$a_w = \frac{P}{P_o}$$

#### **1.5.1 DESHIDRATACIÓN**

Significa literalmente toda actividad que implique la eliminación de agua de un producto alimenticio principalmente mediante un proceso producido por el aire calentado artificialmente. (16) Entre temperaturas de 40 a 100 °C. (5)

Las ventajas más importantes de la deshidratación son:

- Mediante ella, se prolonga considerablemente la duración de las sustancias biológicas, por cuanto la actividad de agua se reduce a un nivel inferior al que los microorganismos son activos. Asimismo, la humedad residual queda firmemente retenida y no puede actuar como portador móvil de los reaccionantes, limitando así los procesos químicos de degradación. (16)

- Tanto el peso como el volumen se reducen en forma notable, con la consiguiente ventaja desde el punto de vista del empaquetamiento y transporte. Este aspecto es de importancia primordial en circunstancias bélicas y en la expedición de alimentos. (16)

En la mayoría de los métodos que han de considerarse, el calor sensible de la corriente de aire es el que suministra el calor latente para la evaporación del agua. Por tanto, durante el proceso el aire se vuelve más fresco y más húmedo y el producto más caliente. (16)

El tratamiento utilizado para la elaboración de cuero de fruta se refiere especialmente a deshidratación en bandejas o sobre cintas, donde se hace pasar una corriente de aire a través de una capa relativamente delgada del producto húmedo. (16)

#### 1.5.1 MECANISMO DE DESHIDRATACIÓN.

Cuando se coloca un producto sólido húmedo en contacto con una corriente de aire caliente y se mantienen constantes la temperatura, humedad, velocidad y dirección de flujo sobre el sólido de dicha corriente de aire, se logrará deshidratar un sólido. (8)

Si el cambio en el contenido de humedad del producto (expresado en base seca: kg agua / kg de sólidos secos) se va registrando a intervalos pequeños de tiempo durante todo el proceso de deshidratación, pueden obtenerse, según el dato graficado, las curvas que se muestran en la FIGURA No. 10. (8)

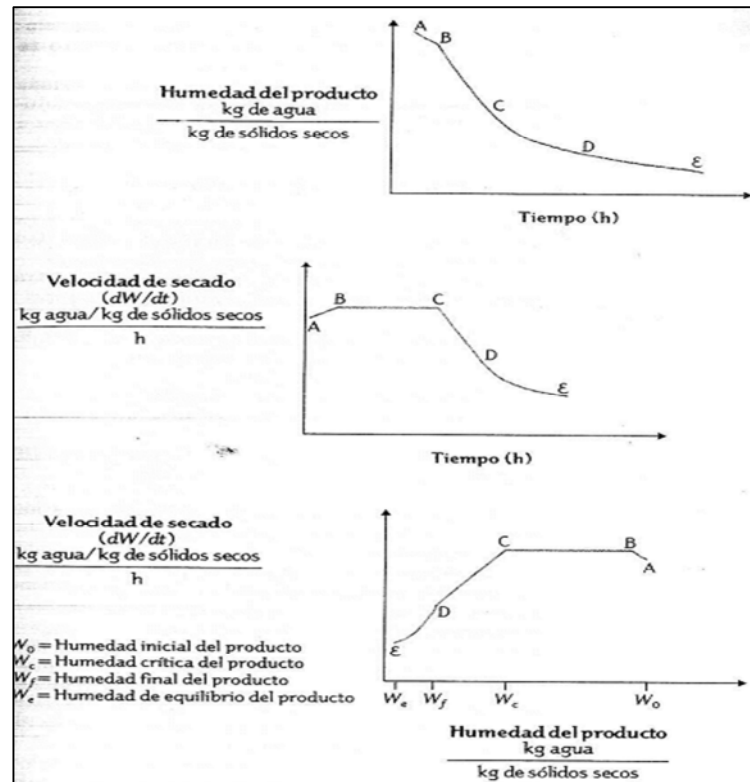


FIGURA No. 10 CURVAS TÍPICAS DE DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS

**Etapa A-B.** Período de estabilización de las condiciones, es decir, la superficie del sólido se equilibra con el aire de secado y alcanza su temperatura de evaporación. (8)

**Etapa B-C:** También llamada etapa de velocidad constante. En esta etapa lo que se evapora es el agua libre, que se elimina fácilmente, en tanto que la superficie del producto se mantiene saturada de agua, debido a que el movimiento del agua desde el interior del producto hasta la superficie ocurre a la misma velocidad que la evaporación en la superficie. (8)

La deshidratación tiene lugar por el movimiento del vapor de agua, desde la superficie saturada del producto hacia la corriente del aire de secado. Durante esta etapa la velocidad de transferencia de masa se equilibra con la velocidad de transferencia de calor de forma que la temperatura en la superficie del producto se mantiene constante y corresponde a la temperatura de bulbo húmedo del aire de secado. (8)

**Etapas C-D y D-E:** Debido a que muchas veces no se distinguen entre sí, se les consideraba una sola etapa, llamada etapa de velocidad decreciente. Conforme avanza la deshidratación se alcanza un punto en el que la velocidad de movimiento de la humedad desde el interior del producto hasta la superficie se reduce en grado tal, que la superficie del producto comienza a resecarse. Como lo que se elimina en esta etapa es agua débilmente ligada, el proceso es cada vez más lento y su velocidad depende del mecanismo del movimiento de la humedad dentro del sólido (capilaridad o difusión). (8)

Existen dos clases de deshidratación:

➤ **SECADO SOLAR**

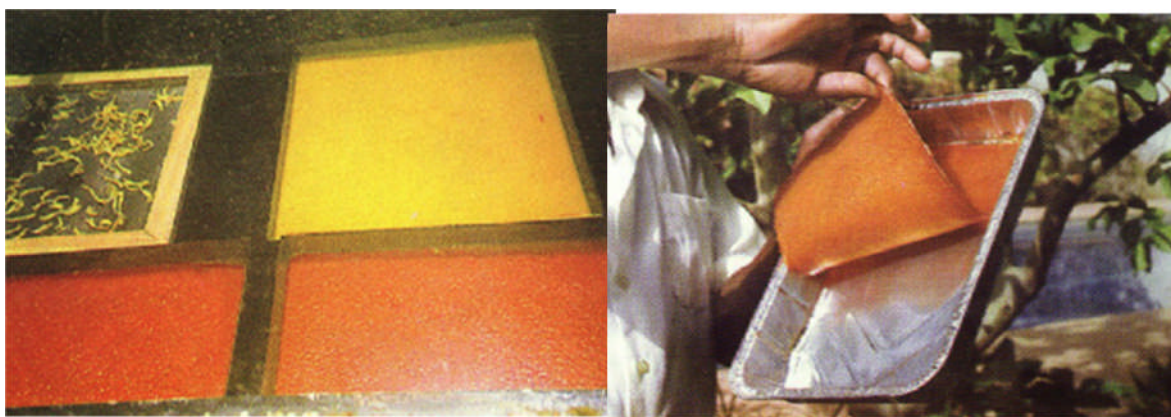
Es el secado al aire libre, donde los productos se exponen directamente al sol colocándolos sobre el suelo o en secadores solares. Es uno de los usos más antiguos de la energía solar y aún un proceso agrícola empleado en muchos países del mundo. Este procedimiento es de muy bajo costo pero puede producir fuertes mermas ocasionadas por las lluvias durante el proceso de secado, el ataque de insectos y animales. Sin embargo se han desarrollado secadores solares que brindan una buena protección al alimento y permiten una adecuada circulación del aire, logrando porcentajes de humedad en el alimento, cercanos al 10%. (5)

➤ **SECADO ARTIFICIAL**

Consiste en exponer el material húmedo a una corriente de aire constante, generada mecánicamente, con determinadas condiciones de temperatura, humedad y velocidad. Entre más seco y más caliente esté el aire, mayor será la velocidad de secado. Es importante seleccionar de forma adecuada el empaque o envase que va a contener el alimento deshidratado, ya que esto evitará una rehidratación del producto en el almacenamiento. (5)

## **1.6 LÁMINAS DE FRUTA DESHIDRATADA O CUERO DE FRUTA (Fruit Leather o Fruit Roll-Ups).**

Las láminas de fruta deshidratada son geles de pectina (72), elaboradas principalmente con finas capas de pulpa de fruta y procesado en un horno o deshidratador (71) de aire caliente a 60-80 °C y 2-4 m/s. En la FOTOGRAFÍA No. 3, se aprecia el producto láminas de fruta deshidratada.



**FOTOGRAFÍA No. 3 CUERO DE FRUTA. (57)**

La formulación consiste usualmente en puré de frutas con jarabe de sacarosa o glucosa para aumentar el dulzor, contenido de sólidos y para reforzar la gelificación de la pectina de azúcar-ácido-alto metoxilo. Además, el ácido cítrico puede añadirse para disminuir el pH por debajo de 3.5. A pH bajo, los grupos carboxilo de pectinas no se disocian y participan en los enlaces de hidrógeno que soportan la estructura del gel. Produciendo láminas flexibles reestructuradas, que conservan forma propia y se comen como aperitivo o postre. (72)

El secado es el método más antiguo de conservación de alimentos. A lo largo de la historia, el sol, el viento y el fuego humeante se utilizaron para extraer agua de frutas, carnes, granos y hierbas. Por definición, deshidratación de alimentos es el proceso para remover agua de los alimentos por medio de aire caliente de circulación, lo que inhibe el crecimiento de bacterias y enzimas. (31)

Para su preparación se pueden utilizar la mayoría de frutas o combinaciones de frutas como: albaricoques, manzanas, uvas, bayas, plátanos, piñas, naranjas, peras, duraznos, ciruelas, melones y frutas tropicales más pueden mezcladas y secadas para hacer cueros de fruta. Pomelos y limones no se recomiendan porque resultan amargas cuando seca. A veces llamado rollo de fruta; es un delicioso, saludable y nutritivo bocadillo masticable con alto contenido de energía (carbohidratos) y fibra para mochileros, campistas y niños activos. (71)

Naturalmente bajo en grasa. Cuando el agua se retira de la fruta durante el proceso de secado, los azúcares, ácidos, vitaminas y minerales se concentran en la parte sólida. Investigaciones en frutas de Canadá, principalmente bayas, demuestran que el nivel de antioxidantes en cuero de fruta es mucho más alto que en preparados como frutas en almíbar, mermeladas y salsas. (46)

Los antioxidantes son un grupo de compuestos bioquímicos que trabajan para absorber los electrones de los radicales libres que dañan las células sanas. Aunque la investigación está en curso, expertos han informado de que el daño del radical libre puede contribuir al envejecimiento, artritis reumatoide, enfermedad de Alzheimer, hipertensión arterial, esquizofrenia, pérdida de memoria, la enfermedad de Parkinson, aterosclerosis y enfisema, entre otros. Por lo tanto, antioxidantes han demostrado ser una parte importante de la dieta humana. (46)

El proceso de gelificación péctico conduce a un cuero de fruta tiene los siguientes requisitos: un contenido sólidos soluble mayor que 55% w/w, compuesto de pulpa de fruta y, opcionalmente, por sacáridos agregadas. Además, el pH de la formulación debe ser de 3.5 o más abajo. Pectinas con alto grado de esterificación son necesarias también. Este proceso puede variar según la fruta empleada, la naturaleza de los aditivos que pueden emplearse y la tecnología de secado. (72)

A continuación se describe la FIGURA No. 11, un proceso estándar de fabricación de cuero de fruta:



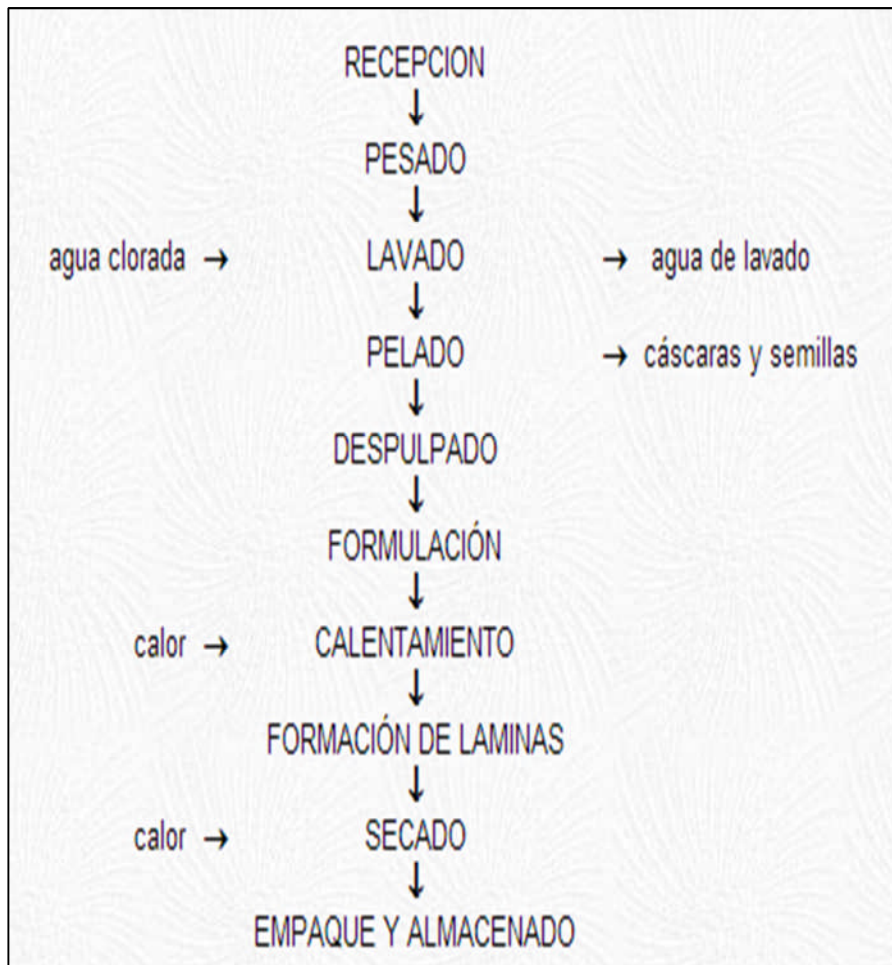


FIGURA No. 11 ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE FRUTA.

## 1.6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

### 1.6.1.1 Selección

Se elimina la fruta que no este en el grado de madurez adecuado o presente pudrición o magulladuras. (47)

### 1.6.1.2 Pesado

La fruta se pesa para establecer las proporciones y determinar el rendimiento de las mezclas de frutas por utilizar. (47)

### **1.6.1.3 Lavado**

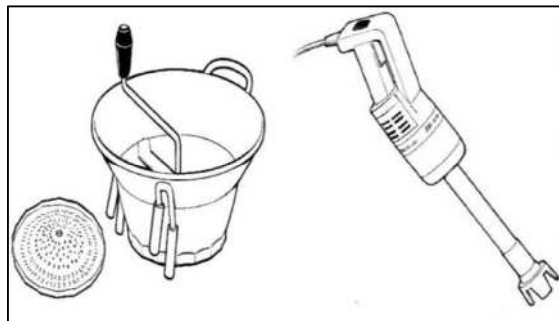
Todas las frutas se lavan en una pila o recipiente con agua clorada (2 ppm de cloro). (47)

### **1.6.1.4 Pelado**

Depende de cada fruta pero su objetivo es lograr separar la pulpa pura sin pepas u otros elementos de la fruta. (47)

### **1.6.1.5 Despulpado**

Cada fruta se despulpa por separado, empleando un despulpador de malla fina o en su defecto una licuadora. A excepción del maracuyá las otras frutas se pueden licuar. En la FIGURA No. 9, se aprecia algunos instrumentos empleados para el despulpado de fruta. (47)



**FIGURA No. 12 MOLINO DE ALIMENTOS DE ALTA VELOCIDAD Y VARA BATIDORA ELÉCTRICA. (47)**

### **1.6.1.6 Formulación**

En este paso se mezclan las pulpas de frutas y sus demás ingredientes en las proporciones adecuadas. Acidificar con jugo de limón o ácido cítrico. A cada una de las mezclas se agrega de azúcar para aumentar el contenido de sólidos y mejorar el sabor. Si se desea se pueden trabajar las mezclas sin azúcar. También se puede agregar color artificial para mejorar la presentación final de las láminas. (57)

#### **1.6.1.7 Tratamiento térmico**

Cada una de las mezclas se calienta en una olla o en marmita hasta una temperatura de 75 °C, con el propósito de disolver el azúcar y eliminar los microorganismos patógenos. Una vez alcanzada la temperatura, la mezcla se enfría hasta 40 °C. (57)

#### **1.6.1.8 Laminado**

Se preparan bandejas a las que se ha untado glicerina para que el producto no se pegue. La pulpa se esparce sobre la lámina a lo largo de la bandeja, alcanzando un espesor uniforme de unos 3 milímetros. (57)

#### **1.6.1.9 Secado**

Las bandejas se trasladan a un secador artificial de calentamiento indirecto, donde se secan por varias horas a 60 °C, hasta que el producto adquiriera la consistencia del cuero. (57)

#### **1.6.1.10 Empaque**

Las láminas se retiran de la bandeja y se extienden sobre una superficie plana, donde se cortan en tiras de ancho variable. Se puede espolvorear azúcar para que las tiras no se peguen y seguidamente se hacen rollos y se empacan en láminas de celofán. (57)

#### **1.6.1.11 Almacenamiento**

Debe hacerse en lugares secos, con buena ventilación, de preferencia sin exposición a la luz y sobre anaqueles. (57)

Puede preparar el puré de fruta fresca mediante un previo tratamiento térmico. El color de frutos resiste mejor el ataque de la luz por el método antes mencionado. Este método también es más satisfactorio para frutas duras que deben ser suavizadas antes de ser triturada. (62)

## 1.6.2 TRATAMIENTO TÉRMICO

Puede ser puré caliente (*ruptura caliente*) o frío (*ruptura fría*). Los resultados serán diferentes. El método de ruptura caliente conserva más el sabor de la fruta natural y conserva los colores claros de la fruta. Pero la ruptura dará resultados más rápidos. (62)

### 1.6.2.1 Método de ruptura caliente

Cubra y cocine la fruta en agua hirviendo por 15 minutos. Retire del calor y enfríe. Coloque la fruta en la licuadora con una velocidad adecuada, o moler en un molino de alimentos, utilizando la cuchilla mejor. (62)

### 1.6.2.2 Método de rotura fría

Coloque la fruta congelada en la licuadora, utilizando una adecuada velocidad, o moler en un molino de alimentos, utilizando la cuchilla más fina. Inmediatamente cubra y cocine en agua hirviendo 10 minutos. (62)

Los tratamientos previos se recomiendan para hacer productos de calidad. Tratamientos previos no sólo prevenir pardeamiento y mejorar la calidad, esto causa la destrucción de patógenos que podrían causar enfermedades transmitidas por alimentos, como de *Escherichia coli* O157: H7, especies de *Salmonella* y *Listeria monocitógenes*. (31)

Algunas cepas de *E. coli* pero principalmente *Escherichia coli* O157: H7 pueden producir una toxina citotóxica para la línea Vero (verotoxina), diferente de las toxinas citotónicas (termolábil y termoestable) Cuando producen infección al hombre la toxina lesiona la mucosa intestinal produciendo sangrado sin reacción inflamatoria local. (13)

En la actualidad se conoce de dos verotoxinas, VT1 y VT2, ambas están codificadas por un profago. Para que el microorganismo ejerza su acción patógena parece imprescindible la

presencia de fimbrias específicas para la adhesión al epitelio intestinal. La enfermedad presenta un período de incubación de 3 a 4 días. (13)

Se caracteriza por dolor abdominal, intestino y diarrea, primero acuosa que puede acompañarse de sangre; el proceso suele ser afebril. Por lo que el tratamiento térmico previo es vital no sólo para lograr un producto de calidad si también para garantizar la inocuidad del mismo. (13)

### 1.6.3 CONTROL DE CALIDAD

#### **1.6.3.1 En la materia prima**

En la selección de fruta se recomienda controlar la madurez y que la fruta esté sana. (57)

#### **1.6.3.2 En el proceso**

Los tiempos de calentamiento, de secado, la humedad del aire y la temperatura deben estar controladas, para evitar producto muy húmedo o quemado. En la fotografía 6 se observa el producto terminado. (57)

#### **1.6.3.3 En el producto final**

En el producto final deberá determinarse peso, humedad, sulfitos residuales y contenido de microorganismos. Estos análisis deberán determinarse periódicamente apoyándose en laboratorios que brindan el servicio. (57)

En el empaque ver que el sellado sea bueno para evitar el contacto con el oxígeno. (57)  
Las láminas de fruta deshidratada son ligeras en peso, fácil de preparar y una buena manera de usar sobrantes de conservas de frutas y hortalizas frescas o ligeramente maduras. (71) En la FOTOGRAFÍA No. 4 se observa el producto terminado.



FOTOGRAFÍA No. 4 LÁMINAS DE FRUTA DESHIDRATADA TERMINADAS. (24)

Si clasificamos a las láminas o cuero de fruta dentro de un grupo alimenticio en particular podríamos hacerlo en el siguiente que por su definición del Codex Alimentarius debido a sus características y componentes.

Por lo tanto serán **caramelos blandos 05.2.2** porque son productos blandos masticables a base de azúcar como caramelos que contienen jarabe de azúcar, grasas, colorantes y aromatizantes, caramelos a base de gelatina (por ej., gomilonas en forma de judía, pasta de fruta gelatinizada recubierta de azúcar, fabricada con azúcar, gelatina, pectina, colorantes y aromatizantes); y regaliz. (25)

Opcionalmente puede ser consumido como una bebida combinando 5 partes de agua con 1 parte de cuero, en una batidora de alimentos. También puede utilizarse en rellenos de pasteles, en la cocina y como un ingrediente de postre. (71)

#### 1.6.4 INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA SOBRE LÁMINAS DE FRUTA DESHIDRATADA.

En la TABLA No. 17, se observa un resumen de lo más relevante a la recopilación de investigaciones realizadas a lo largo del tiempo sobre “cuero de fruta”.

**TABLA No. 17 RESUMEN DE DATOS EXPERIMENTALES PARA CUEROS DE FRUTA.**

FRUTA	PRETRATAMIENTO	FORMULACIÓN	SECADO MÉTODO	COMPLEMENTARIOS DATOS
Papaya	Inactivación de enzimas de calor de vapor fruta entera (1 min), peeling, rebanar, que reduce a pulpa, acidificantes,	Papaya puré, azúcar (10% w/w), bisulfito de sodio (ppm de 552 – 1105)	Horno de aire caliente a 74 ° C (4,5 h), 84 ° C (3,9 h) y 94 ° C (3,1 h)	Características del producto final: pH = 3,5; $u_{a_w}$ = 0,50-0,52; m.c.= 12-13% w.b.
Manzana	Lavado, pelado, perforación y pasta.	Puré de manzana (no aditivos agregados)	Bandeja de aire caliente secador, 90-121 ° C (3 h) Aire turbulento régimen	Primera imagen de microscopio electrónico de frutas de cuero transversal (400 x)

FUENTE: QUINTERO – REMACHE – GINER.

Los primeros trabajos describieron las propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales de geles pécticas. Chan & Cavalletto han utilizado aditivos en la formulación (bisulfito de sodio y azúcar) y llevó a cabo evaluaciones sensoriales en el producto final conservándose a -18, 24 y 38 ° C durante 1, 2 y 3 meses. (72)

Por otro lado, Moyls se centró en las condiciones de secado, evaluación de parámetros como el espacio entre las bandejas y el régimen de la dinámica de fluido del aire de secado. (72)

Hasta ahora, Moyls fue el único que exhibe una micrografía de la estructura de cuero observada por microscopía electrónica, mostrando grandes espacios vacíos en una matriz porosa. Bains preparó cueros de un puré de fruta comercial, utilizando una y dos etapas de secado y en comparación con el total de tiempo de secado. Llegó a la

conclusión de que el proceso más corto no necesariamente conduce a una mejor calidad de producto. (72)

Obras posteriores incorporan datos sobre parámetros de calidad y estabilidad de almacenamiento. Man & Irwandi desarrollaron cueros de durian, una fruta nativa del sudeste asiático y evaluaron la calidad durante el almacenamiento, estudiando una fórmula de control compuesto por puré de durian, agua, sacarosa y ácido ascórbico, así como otras dos formulaciones con maltodextrina 10%, soja-Lecitina 0,1%, 2% de aceite de Palma hidrogenado y huevo amarillean como agente colorante. Los autores realizaron la evaluación sensorial y cuenta microbiana. (72)

Drouzas reportó el uso de tecnologías de secado combinados para preparar cueros. También propusieron un modelo matemático para interpretar el comportamiento de un sistema de modelo gel péctico sacáridos, ácido cítrico, pectina y agua, procesada por microondas-vacío de secado (MWVD). El autor también ha comparado las isotermas de adsorción y variación de color en productos elaborados por MWVD y microondas-aire de secado (MWAD), concluyendo que el color del gel de frutas MWVD fue significativamente más ligera que el color del producto MWAD a la presión atmosférica. (72)

En la última década, publicaciones incluyen a tema como el uso de tecnologías combinadas, análisis de la cinética de secado y evaluaciones de la influencia de diversos aditivos en la tasa de secado y la calidad del producto. Gujral y Khanna utilizan aditivos como leche en polvo, concentrado de proteína de soya y sacarosa para aumentar el contenido de sólidos de la formulación inicial y evaluaron su efecto sobre el comportamiento de deshidratación. (72)

Además, observaron color, textura y características sensoriales de las muestras para diferentes concentraciones y combinaciones de aditivos. Una obra de Huang y Hsieh reporta una correlación entre las características texturales como dureza y pastosidad,



determinado por análisis de perfil de textura (TPA) y el valor de  $T_g$  medido por calorimetría diferencial (DSC) para un cuero de pera. (72)

Por otro lado, Torley ha medido  $T_g$  para un comercial de cuero fresa utilizando dos metodologías: DSC y determinación de propiedades viscoelásticas mediante una dinámica mecánica térmica analizador (DMTA). En cuanto a estudios cinéticos secados durante el secado de cueros, Fiorentini propuso un modelo matemático de la transferencia de masa para predecir los datos medidos en el secado de un cuero de tomate con povidona y pectina para ayudar a la congelación pecticas. (72)

Poco tiempo después, Leiva desarrolló un modelo teórico para predecir la contracción durante la deshidratación de los cueros manzana, así como estudios de isothermas de adsorción y cinética de secado. (72)

En 2010, Jaturonglumlert y Kiatsiriroat continuaron con el uso de tecnologías combinadas para producir cueros de fruta de longan. Incluyó un estudio sobre la transferencia de masa y calor por convección y secado infrarrojo lejano, considerando el efecto de la temperatura, velocidad del aire y la distancia entre la muestra y fuente de infrarrojos. Han encontrado tiempos de procesamiento más cortos cuando usando combina tecnologías. (72)

Últimas investigaciones sobre pieles de frutas han estado destinadas a estudiar los efectos del tratamiento sobre la calidad organoléptica y nutricional del producto final. En 2010, Demarchi han evaluado la influencia de pretratamiento en estructura de producto final, así como el efecto del aire caliente de secado en la retención de color y antioxidantes en cueros de manzana con y sin agentes conservantes. En paralelo, Quintero-Ruiz y Giner han analizado la calidad de cuero de manzana para las formulaciones con y sin agentes conservantes durante un período de almacenamiento de 6 meses a temperatura ambiente. (72)

### 1.6.5 FOSFOLÍPIDOS

Finalmente haciendo referencia al trabajo de Man & Irwandi los cuales incluyeron lecitina a sus formulaciones para cuero de fruta. Hablaremos de la misma centrándonos en su componente principal los fosfolípidos los cuales muy aparte de sus cualidades como aditivos alimentarios cumplen un papel fundamental al darle un valor nutritivo al producto. (59)

#### 1.6.5.1 Lecitina

Por lo general está preparada a partir de semillas oleaginosas que se utiliza para alimentos, especialmente soja; también puede prepararse a partir de fuentes animales. Se compone de una mezcla compleja de fosfátidos insolubles en acetona los cuales principalmente son: fosfatidilcolina, fosfatidil-etanolamina y fosfatidil-inositol, cuyas estructuras se aprecian en la FIGURA No. 13, combinado con diversas cantidades de otras sustancias como los triglicéridos, ácidos grasos y carbohidratos. (58)

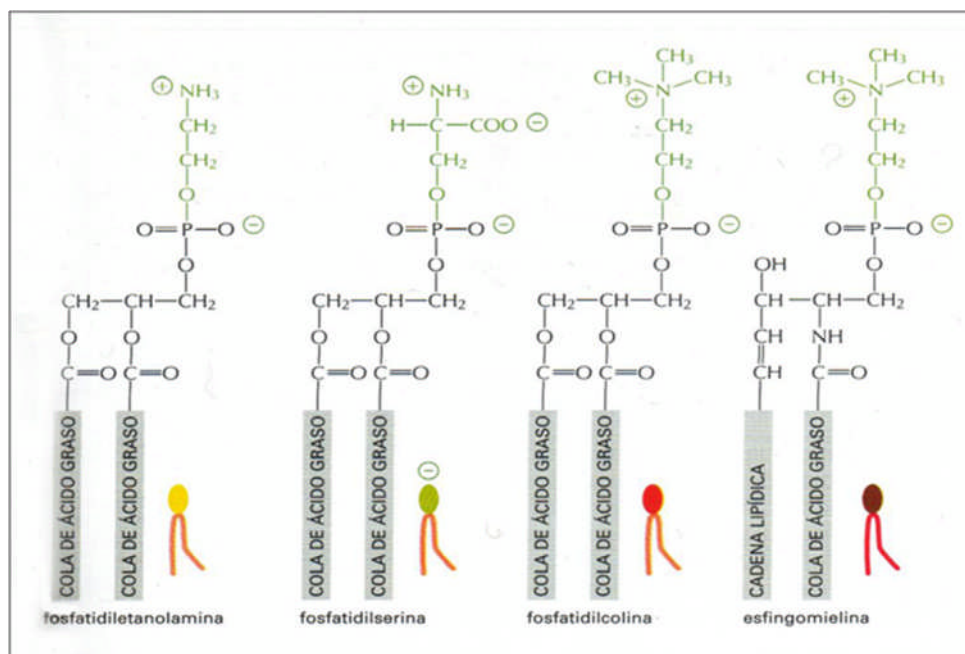
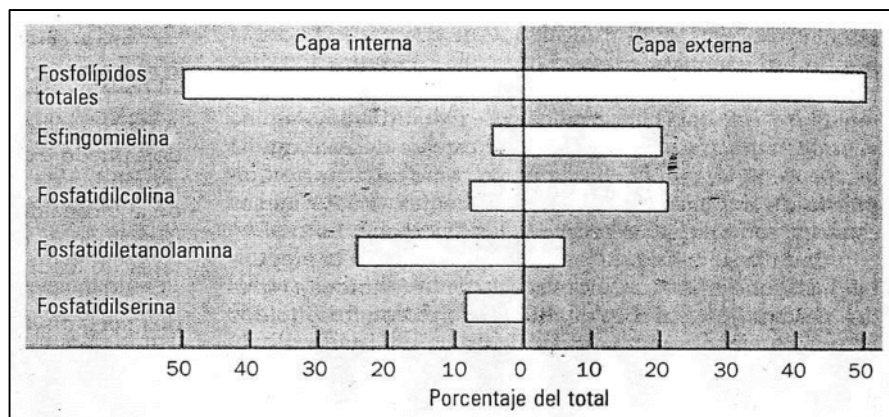


FIGURA 13. ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS FOSFOLÍPIDOS.

Su función como aditivo es emulsionante y antioxidante. Por lo que es vital para mejorar las propiedades físicas y nutritivas de cuero de fruta. (59) (58) Desde hace más de 50 años se sabe que la membrana está compuesta principalmente por lípidos y proteínas.

#### 1.6.5.2 Fluidez de la Membrana

El estado físico de la bicapa de lípidos le da determinadas propiedades biológicas a la membrana celular, correspondiendo a un perfecto comportamiento entre la estructura rígida ordenada sin posibilidad de movimientos y líquido no viscoso totalmente fluido en el cual los componentes de la membrana no pueden mantener una orientación determinada y carecen de oportunidad para organizarse y suministrar apoyo mecánico. La fluidez es importante porque permite que ocurran interacciones dentro de la membrana. En la FIGURA No. 14, se aprecia la distribución de los diferentes fosfolípidos en la membrana celular. (12)



**FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN ASIMÉTRICA DE FOSFOLÍPIDOS EN LA MEMBRANA (12)**

Por ejemplo, gracias a la fluidez de la membrana algunas proteínas se ensamblan en un sitio particular de la membrana y forman estructuras especializadas como uniones intercelulares, compuestos que captan luz y sinapsis. (12)

La transferencia de señales a través de la membrana plasmática requiere de la interacción de receptores transmembrana que se unen a ligandos sobre la superficie interna de la

misma. Debido a la fluidez de la membrana, las moléculas que interactúan pueden reunirse, efectuar la reacción necesaria y separarse. (12)

La fluidez también tiene relación con el ensamblado de la membrana. Muchos de los procesos celulares más básicos, incluyendo movimiento celular, crecimiento de la célula y división de la misma, formación de uniones intercelulares, secreción y endocitosis, dependen de movimientos de los componentes de la membrana y tal vez no serían posibles si la membrana fuera una estructura rígida no fluida. (12)

## **CAPÍTULO II**

### **2. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se llevó a cabo en el Departamento de Investigación & Desarrollo de Frozen Tropic CIA. LTDA., Grupo Hanaska y en los Laboratorios de Bromatología e Instrumental de la Escuela de Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### **2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS**

##### **2.2.1 MATERIAL VEGETAL**

Como materia prima se utilizó 10 kg de pulpa pura de mora *Rubus glaucus* Benth manufacturada por la compañía Frozen Tropic, además 20 y 5 kg de concentrado de manzana *Pyrus malus* y pulpa de banano *Musa spp* respectivamente.

##### **2.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO**

- Balones aforados
- Cápsulas de porcelana
- Crisoles
- Embudo Buchner
- Embudo de separación
- Embudo simple
- Espátula

- Gradilla
- Matraces Erlenmeyer
- Moldes plásticos
- Papel filtro
- Papel plano
- Pinza para cápsula
- Pinza para tubo
- Pipetas
- Probeta
- Recipientes plásticos
- Reverbero eléctrico
- Tamices
- Trípode
- Tubos de ensayo
- Varilla de agitación
- Vasos de precipitación

### 2.2.3 EQUIPOS

- Autoclave
- Balanza analítica
- Balanza de digital
- Brixómetro
- Computadora
- Cronómetro
- Desecador
- Deshidratador de bandejas
- Digestor de vidrio
- Equipo Kjeldhal
- Equipo Soxhlet
- Equipo Weende
- Espectrofotómetro

- Estufa
- HPLC
- Mufla
- pHmetro
- Refrigeradora
- Reloj
- Viscosímetro rotacional Brookfield

#### 2.2.4 REACTIVOS

- Ácido Ascórbico
- Ácido Bórico
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Fosfórico
- Ácido sulfúrico
- Agua bidestilada y desionizada
- Alcohol n-amílico
- Azul de bromocresol
- Azul de metileno
- Etanol
- Éter etílico
- Hidróxido de Sodio
- Lentejas de Zinc metálico
- Metanol
- Rojo de metilo
- Solución de Carrez I y II
- Solución de Fehling A y B
- Soluciones Buffer pH 4 y 7
- Sulfato de sodio

## **2.3 TÉCNICAS Y MÉTODOS**

### **2.3.1 FASE EXPERIMENTAL**

#### **2.3.1.1 Control de calidad de las materias primas**

Las materias primas proporcionadas por la industria Frozen Tropic CIA. LTDA., empresa que está certificada en BPM, ISO-22000, Kosher y Basc, motivo por el cual las determinaciones aplicadas como control de calidad se redujeron a pH y °Brix según los procedimientos internos de dicha empresa, los cuales se basan en las NTE-INEN 380 y NTE-INEN 398.

#### **a) DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, MÉTODO REFRACTOMÉTRICO CON ESCALA PARA PORCENTAJE EN MASA DE SACAROSA. NTE-INEN 380. (64)**

##### **Fundamento**

El fenómeno de la refracción consiste en la desviación de trayectoria que sufre un haz de radiación monocromática al pasar desde el vacío a otro medio material de distinta densidad. A nivel molecular este fenómeno se debe a la interacción entre el campo eléctrico de la radiación y los electrones de las moléculas, originándose temporalmente momentos dipolares inducidos.

##### **Procedimiento**

**Productos líquidos claros.** Mezclar bien la muestra y usarla directamente para la determinación.

**Productos semi-espesos** (purés, pastas, salsas, etc). Mezclar bien la muestra y prensarla a través de una gaza doblada en cuatro partes, rechazando las primeras gotas de líquido y reservando el resto de éste para la determinación.



**Productos congelados.** Descongelar la muestra y retirar, si es necesario, las semillas, pepitas o partes duras; mezclar el producto con el líquido formado durante el proceso de descongelación y proceder.

- Tomar una cantidad necesaria para poder cubrir el prisma del refractómetro calibrado con agua o una solución de concentración conocida.
- Cerrar la tapa y se acerca el dispositivo a una fuente de luz y por medio de la lente se lee el valor que a marcado una diferencia entre el punto inicial y la marca.
- Anotar los resultados por duplicado al menos.

#### **b) DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ION HIDRÓGENO (pH), MÉTODO POTENCIOMÉTRICO. NTE-INEN 398. (66)**

##### **Fundamento.**

La concentración de iones  $H^+$  indica el grado de acidez, o basicidad, de una disolución acuosa a 250 °C; sin embargo el uso de exponentes no es sencillo y hace difícil su manejo. Por lo anterior en 1908 el bioquímico danés Sören Peter Lauritz Sørensen propuso que en lugar de concentraciones de ion  $H^+$  se usaran sus logaritmos negativos y que este índice logarítmico se representara por el símbolo pH (p=potencia) hoy es común llamarlo pH (potencial de hidrogeno).

##### **Procedimiento.**

- Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10g la muestra preparada, añadir 100mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitarla suavemente.
- Si existen partículas en suspensión, dejar en reposos el recipiente para que el

líquido se decante.

- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente, ni las partículas sólidas.

### **2.3.1.2 Análisis bromatológico para materias primas.**

#### **a) DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y SUSTANCIA SECA (SÓLIDOS TOTALES EN MATERIA SECA). MÉTODO DE DESECACIÓN EN ESTUFA DE AIRE CALIENTE**

##### **Fundamento.**

La pérdida gradual de agua de los alimentos mediante una vaporización del agua libre a determinadas temperaturas dependiendo del alimento es la clave para poder determinar el grado de humedad. Algo que se debe recordar es que la gran presencia de azúcares en las frutas obliga al analista adicionar una fase inerte al medio para poder realizar la determinación porque esto evitará la caramelización de la muestra la cual liberará de forma adecuada el agua libre.

##### **Procedimiento.**

- Pesar la cápsula de porcelana junto con una cantidad de arena similar a la muestra, previamente tratada y anotar el peso como capsula tarada después de colocarse en la estufa por media hora y alcanzar peso constante en el desecador.
- Pesar 1-10 g de muestra (previamente realizado su desmuestre) en vidrio de reloj, pesa filtro o en papel aluminio o chocolatín; o directamente en cápsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en su base.
- Colocar en la estufa a  $103^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por un lapso de 2 a 3 h, hasta peso constante.
- Enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

## **Cálculos**

$$\%H = \left( \frac{m_1 - m_2}{m} \right) \times 100\%$$

En donde:

%H = porcentaje de humedad

m = masa de la muestra en g

m<sub>1</sub> = masa de la cápsula con la muestra en g

m<sub>2</sub> = masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g

## **b) DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)**

### **Principio**

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de 550°C ± 25°C., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO<sub>2</sub>, agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

### **Procedimiento**

- Colocar la cápsula en la mufla y calentarla durante 550°C ± 25°C; transferirle al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0.1mg (m<sub>1</sub>)
- Pesar en la cápsula, 5 g de muestra (m) con aproximación al 0.1mg y colocar sobre la fuente calórica a 150°C ± 25°C para evaporación.
- Adicionar gotas de aceite de oliva y continuar el calentamiento hasta que cese el borboteo.
- Colocar la capsula con su contenido en la mufla a 550°C ± 25°C, hasta obtener cenizas blancas las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada.
- Evaporar sobre la fuente calórica y proceder a calcinar nuevamente en la mufla a 550°C ± 25°C por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de este tiempo se saca al desecador por 30 minutos.

- Pesar la cápsula con su contenido, con aproximación al 0.1mg. ( $m_2$ )

### **Cálculos**

Porcentaje de Ceniza:

$$\% C = \left( \frac{m_2 - m_1}{m} \right) \times 100\%$$

Donde:

%C = porcentaje de ceniza

$m_1$  = masa del crisol tarado en g

$m_2$  = masa del crisol con la muestra después de la incineración en g

m = masa de la muestra en g

### **c) DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Técnica AOAC 2049)**

#### **Principio.**

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar  $\text{CO}_2$  y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N.

#### **Procedimiento**

- Pesar exactamente hasta 5 g de muestra fresca o hasta 3 g de muestra seca e introducirla en el balón de digestión Kjeldhal.
- Añadir: 1.5g de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; 40 mg de  $\text{HgO}$ , 2mL de ácido sulfúrico concentrado p.a. procurando no manchar las paredes del mismo.

- Colocar el balón en el digestor y calentar hasta obtener un líquido transparente.
- Enfriar el balón y su contenido, adicionar 4 mL de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidifica.
- Verter lo anterior en el balón de destilación del equipo, adicionando otros 4mL de agua destilada para enjuagar el balón.
- Cerrar la llave y en un vaso de precipitación de 50 ml preparar la mezcla de 8 mL de Na(OH) al 40% y 2 ml de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> al 5%, abrir la llave y verter dejando pasar lentamente al balón de destilación.
- Recibir el destilado en un vaso conteniendo 12 mL de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 4% y 8 ml de agua destilada al que se le añade 3 o 4 gotas del indicador mixto rojo de metilo y verde de bromocresol. El tubo de salida del destilador debe estar sumergido en el vaso que contiene los reactivos.
- Destilar hasta obtener 30mL de destilado.
- Titular el destilado con HCl N/10.
- La determinación debe hacerse por duplicado.

### Cálculos

$$\%P = \left( \frac{fxVx [ ]}{m} \right) \times 100\%$$

En donde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

f = factor para transformar el %N<sub>2</sub> en proteína, y que para este caso es 8,75

V = volumen de HCl o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N/10 empleado para titular la muestra en mL

[ ] = normalidad del HCl

m = masa de la muestra

#### **d) DETERMINACIÓN DE GRASA CRUDA O EXTRACTO ETÉREO**

##### **Principio**

La polaridad de cada una de las sustancias en este caso las grasas nos permiten poder aplicar un solvente q fácilmente se volatiliza y es capaz de condensarse para poder llevar consigo a las grasas o extracto etéreo para que por gravimetría se pueda conocer la cantidad de materia que este solvente ha llevado consigo.

##### **Procedimiento**

- Pesar 2 - 10 g de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.
- En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también hexano) o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo.
- Embonar la cámara de sifonación al balón.
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación.
- Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12h.
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilara el solvente.
- El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar.

##### **Cálculos.**

$$\%Gbs = \left( \frac{m_2 - m_1}{m} \right) \times 100\%$$

En donde:

%Gbs = grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

m<sub>2</sub> = masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en g

$m_1$  = masa del balón de extracción vacío en g

$m$  = masa de la muestra seca tomada para la determinación en g

%Gbf = grasa cruda o bruta en muestra fresca expresado en porcentaje en masa

%H = porcentaje de humedad

$$\%Gbf = \frac{\%Gbs (100 - \%H)}{100}$$

#### **e) DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)**

##### **Principio**

Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona.

El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.

##### **Procedimiento**

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso.
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso.
- A cada vaso con la muestra se coloca 200mL de  $H_2SO_4$  al 7% mas 2mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.

- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).
- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20mL de Na(OH) al 22 % manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba de vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración.
- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.
- Luego se coloca los crisoles en una caja petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona hasta cubrir el contenido en el crisol para eliminar agua, pigmentos y materia orgánica.
- Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 °C.
- Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia.
- Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo una vez que la mufla ha alcanzado la temperatura indicada.
- Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente realizar el segundo peso del crisol más las cenizas.
- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.

### Cálculos

$$\%Fbsd = \left( \frac{P1 - P}{m} \right) \times 100\%$$



En donde:

%Fbsd = Fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresada en porcentaje en masa

P<sub>1</sub> = masa del crisol más el residuo desecado en la estufa en g

P = masa del crisol más las cenizas después de la incineración en mufla en g

m = masa de la muestra seca y desengrasada tomada para la determinación en g

%Fbf = Fibra cruda o bruta en muestra fresca expresada en porcentaje en masa

%Gbf = grasa cruda o bruta en muestra fresca expresado en porcentaje en masa

%H = porcentaje de humedad

$$\%Fbf = \frac{\%Fbsd (100 - (\%H + \%Gbf))}{100}$$

#### **f) CÁLCULO DEL EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO**

$$\%ELnN = 100 - (\%H + \%P + \%Gbf + \%Fbf)$$

Donde:

%ELnN = extracto libre no nitrogenado (carbohidratos digeribles)

%H = porcentaje de humedad

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

%Gbf = grasa cruda o bruta en muestra fresca expresado en porcentaje en masa

%Fbf = Fibra cruda o bruta en muestra fresca expresada en porcentaje en masa

### **2.3.1.3 Análisis complementario para materias primas.**

#### **Fundamento.**

El análisis complementario corresponde a pruebas o determinaciones sensoriales, físicas y químicas que deben realizarse en un alimento, dependiendo del objetivo y alcance de su análisis para establecer su calidad, valor nutritivo e inocuidad garantizando la salud y economía del consumidor. El análisis bromatológico es la suma del análisis proximal y complementario. Como parte del análisis complementario se realizará la dosificación de carbohidratos (azúcares totales, reductores y no reductores), acidez total, vitaminas (vitamina C) y minerales (cloruros).

#### **a) DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, MÉTODO REFRACTOMÉTRICO CON ESCALA PARA PORCENTAJE EN MASA DE SACAROSA. NTE-INEN 380. (64)**

Según lo especificado en 2.3.1.1 literal a.

#### **b) DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ION HIDRÓGENO (pH), MÉTODO POTENCIOMÉTRICO. NTE-INEN 398. (66)**

Según lo especificado en 2.3.1.1 literal b.

#### **c) DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE. NTE-INEN 381. (65)**

#### **Fundamento**

La determinación se basa en una reacción ácido- base, para la cual la muestra se coloca en una solución acuosa y se titula con una solución de Na(OH) N/10 en presencia de indicador fenolftaleína. Cuando la muestra se colorea se titula potenciométricamente hasta pH 8,4.

**Procedimiento.**

**Productos líquidos o fácilmente filtrables (jugos, jarabes, líquidos de encurtido y productos fermentados).**

Mezclar convenientemente la muestra y filtrar utilizando algodón o papel filtro. Colocar 25 cm<sup>3</sup> del líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup> y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución.

**Productos densos o difíciles de filtrar, (salsas en conserva, mermeladas, jaleas).**

Mezclar y ablandar la muestra en un mortero. Pesar 25 g de muestra, con aproximación al 0,01 g, y transferir a un matraz Erlenmeyer, añadiendo luego 50 cm<sup>3</sup> de agua destilada caliente; mezclar convenientemente hasta obtener un líquido de aspecto uniforme.

Acoplar el condensador de reflujo en el matraz Erlenmeyer y calentar en el baño de agua hirviente durante 30 min; enfriar y transferir el contenido a un matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup>, diluyendo a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada.

Mezclar perfectamente y filtrar.

**Productos sólidos, secos y congelados.**

Fraccionar en partes pequeñas la muestra que previamente deberá descongelarse, si es necesario; limpiar la muestra de tallos, semillas y otros cuerpos extraños. Triturar la muestra en el mortero y pesar, con aproximación al 0,01 g, aproximadamente 25 g de la misma, continuando luego como se indica en

**Procedimiento.**

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- Comprobar el funcionamiento correcto del potenciómetro utilizando la solución reguladora de pH conocido.
- Lavar el electrodo de vidrio varias veces con agua destilada hasta que la lectura del pH sea de aproximadamente 6.
- Colocar en un matraz volumétrico de 25 a 100 cm<sup>3</sup> de la muestra preparada, según la acidez esperada, y sumergir los electrodos en la muestra.
- Añadir rápidamente de 10 a 50 cm<sup>3</sup> de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6, determinado con el potenciómetro.
- Continuar añadiendo lentamente solución 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener pH 7; luego, adicionar la solución 0,1 N de hidróxido de sodio en cuatro gotas por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.
- Por interpolación, establecer el volumen exacto de solución 0,1 N de hidróxido de sodio añadido, correspondiente al pH 8,1.

### **Cálculos.**

La acidez titulable se determina mediante la ecuación siguiente:

$$\%A = \left( \frac{V1 \times N1 \times M \times 10\%}{V2} \right)$$

Para productos líquidos y sólidos (congelados o pastosos):

Siendo:

A = g de ácido en 1 000 cm<sup>3</sup> de producto.

V1 = cm<sup>3</sup> de Na(OH) usados para la titulación de la alícuota.

N1 = normalidad de la solución de Na(OH).

M = peso molecular del ácido considerado como referencia.

V2 = volumen de la alícuota tomada para el análisis

#### **d) DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método de FEHLING)**

##### **Fundamento.**

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II). El licor de Fehling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor.

##### **Azúcares totales.**

##### **Procedimiento.**

- Pesar 5g de muestra previamente homogenizada.
- Colocar en un balón de 250mL y añadir 100mL de agua destilada para arrastrar cuantitativamente la muestra.
- Adicionar 5mL de HCl concentrado.
- Calentar a reflujo por 20 minutos.
- Neutralizar con Na(OH) al 50% hasta pH7.
- Aforar a 250mL con agua destilada.
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de Fehling A y 5mL de la solución de Fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5mL la solución

problema desde la bureta, sin dejar de hervir. Al 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.

- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.
- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

### **Cálculos.**

Porcentaje de Azúcares Totales:

$$\%AT = \frac{(A \times a \times 1000)}{(W \times V)}$$

Donde:

% AT = % Azúcares Totales

a = Aforo de la muestra en mililitros

F = Título de Fehling

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación en mililitros

### **Azúcares reductores.**

### **Procedimiento.**

- Pesar 5g de muestra previamente homogenizada.
- Colocar en un balón de 500mL, adicionar 15mL de Carrez I y 15mL de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar a 500mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.
- El filtrado colocar en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de Fehling A y 5mL de la solución de Fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.

- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.
- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

### **Cálculos.**

Porcentaje de Azúcares Reductores:

$$\%AR = \frac{(A \times a \times 1000)}{(W \times V)}$$

Donde:

% AR = % Azúcares Reductores

A = Aforo de la muestra

F = Título de Fehling

W = Peso de la muestra en gramos

V= Volumen gastado en la titulación

### **Azúcares no reductores**

Se saca por cálculo previa determinación experimental de los azúcares reductores y totales con la siguiente fórmula.

$$\% ANR = \%AT - \%AR$$

## **e) DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

### **Fundamento.**

Aunque toda la materia posee masa y volumen, la misma masa de sustancias diferentes tiende a ocupar distintos volúmenes, así notamos que el hierro o el hormigón son pesados; mientras que la misma cantidad de goma de borrar o plásticos son ligeros. La propiedad que nos permite determinar la ligereza o pesadez de una sustancia recibe el nombre de densidad. Cuanto mayor sea la densidad de un cuerpo, más pesado nos parecerá. La densidad absoluta, definida como la masa de una sustancia dividida entre su volumen es una, propiedad intensiva de la materia.

### **Preparación de la muestra.**

Agitar suavemente la muestra, a fin de homogeneizarla convenientemente.

### **Procedimiento.**

- Realizar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Pesar, con aproximación al 0,1 mg, el picnómetro completamente limpio y seco.
- Llenar el picnómetro con agua destilada (recientemente hervida y enfriada hasta  $15^{\circ} - 18^{\circ}\text{C}$ ) hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire, y colocar la tapa.
- Sumergir el picnómetro en el baño de agua a  $20^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , durante 30 min.
- Retirar el picnómetro del baño, sacarlo exteriormente por completo y pesarlo con aproximación al 0,1 mg.
- Vaciar, secar y limpiar cuidadosamente el picnómetro y colocar en él la muestra hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire; tapar y sumergir el picnómetro en el baño de agua a  $20^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , durante 30 min.
- Retirar el picnómetro del baño, secarlo cuidadosamente por la parte exterior y pesarlo con aproximación al 0,1 mg.



### **Cálculos.**

La densidad relativa a 20/20°C se determina mediante la ecuación siguiente;

$$\rho = \frac{mpm - mp}{mpa - mp}$$

Siendo:

d = densidad relativa a 20/20°C,

mp = masa del picnómetro vacío, en g,

mpa = masa del picnómetro con agua, en g,

mpm = masa del picnómetro con la muestra, en g.

### **f) DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD**

#### **Fundamento.**

La relación entre el esfuerzo ( $\tau$ ) es directamente o inversamente, proporcional o exponencial requerido para inducir una determinada velocidad de deformación en cizalla ( $dv/dx$ ) o simplemente ( $\dot{\gamma}$ ), define el comportamiento reológico de un fluido. En el caso de las pulpas de frutas son fluidos no newtonianos pseudo-plásticos puesto que su viscosidad aparente disminuye a medida que aumenta la velocidad de cizalla. Gasparetto (1983) propuso una clasificación de los fluidos en tres grandes grupos.

La relación entre la viscosidad y los °Brix nos permite describir y determinar de manera adecuada la viscosidad de las pulpas de fruta en sus diferentes etapas de elaboración hasta su momento previo a la deshidratación.

El funcionamiento del viscosímetro Brookfield se basa en el principio de la viscosimetría rotacional; mide la viscosidad captando el par de torsión necesario para hacer girar a velocidad constante un husillo inmerso en la muestra de fluido a estudiar. El par de torsión es proporcional a la resistencia viscosa sobre el eje sumergido, y en

consecuencia, a la viscosidad del fluido. Los viscosímetros Brookfield son de fácil instalación y gran versatilidad y para su manejo no se necesitan grandes conocimientos operativos.

### **Procedimiento.**

- Armar el viscosímetro según las especificaciones del fabricante.

Cada viscosímetro está compuesto por los siguientes elementos:

Cuerpo del viscosímetro, constituido por un motor eléctrico y un dial de lectura. Vástagos intercambiables, estos vástagos se numeran del 1 al 7, siendo el 1 el más grueso. Tienen, sobre su eje, una señal que indica el nivel de inmersión en el líquido.

El ajuste y calibrado de estos vástagos es efectuado por el propio fabricante. Otros ajustes y verificaciones posteriores se podrán llevar a cabo mediante líquidos newtonianos de viscosidad conocida.

Baño termostático, para mantener el producto a ensayar a la temperatura del ensayo.

Soporte, para permitir sostener el aparato y desplazarlo en un plano vertical.

Vasos, entre 90 y 92 mm de diámetro y 116 a 160 mm de altura.

Termómetro.

- Elegir la relación viscosidad/vástago, en función del valor de la viscosidad a medir, de la precisión deseada y del gradiente de velocidad ensayado. Es necesario hacer la elección de tal forma que la lectura en el dial esté comprendida entre el 20 y el 95 % de la escala. Para una mejor precisión, se aconseja utilizar el intervalo entre 46 y 95 %.
- Montar el viscosímetro con su dispositivo de protección sobre su soporte. Se llena un vaso con el producto a ensayar, teniendo cuidado de no producir burbujas de aire. Introducirlo en el baño de agua a la temperatura del ensayo. Esperar que se equilibren las temperaturas.

- Sumergir el vástago en el líquido a medir hasta la marca que figura sobre el eje. Bajar el viscosímetro sobre su soporte y fijar el vástago al eje. Comprobar verticalidad y temperatura.
- Poner el motor en marcha. Ajustar a la velocidad deseada. Desbloquear la aguja y dejar que gire hasta que se estabilice sobre el dial. Generalmente tarda entre 5 y 10 segundos. Bloquear la aguja y anotar la lectura. Después, volver a poner en marcha el motor y tomar otra lectura.
- Continuar tomando lecturas hasta que 2 valores consecutivos no difieran en  $\pm 3$  %, salvo otra indicación. Tomar el valor medio de las dos últimas lecturas.

### **Cálculos.**

La viscosidad Brookfield RV, en cP, de la muestra a ensayar, se obtiene según la siguiente expresión:

$$v = K \times L$$

Siendo K un coeficiente que depende de la relación velocidad / vástago utilizado y L el valor medio de las dos lecturas dadas como válidas.

### **g) DETERMINACIÓN DE VITAMINA C. (Cromatografía líquida de alta resolución, HPLC)**

#### **Principio.**

Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, fase móvil polar con la detección en el campo ultravioleta a una longitud de onda de 254 nm.

#### **Condiciones.**

Fase estacionaria: Columna C18

Flujo: 1  $\mu$ L/min

Detector: UV/Visible

Fase Móvil: 25-75 (Metanol – Agua)

### **Procedimiento.**

#### **Preparación del estándar de Vitamina C.**

- Pesar exactamente 0.01mg de Ácido ascórbico estándar.
- Aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC (Solución estándar de Vitamina C).
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.
- Extracción del principio activo de la mora fresca
- Pesar exactamente posible 0.1g de la muestra.
- Aforar a 100mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC. - Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

#### **Extracción del principio activo del deshidratado.**

- Pesar exactamente posible 0.1g de la muestra.
- Aforar a 100mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Volumétricamente tomar 2.5mL de la solución y aforarla a 10 mL.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Cálculos.**

$$\text{Vit. C} = \left( \frac{A.M \times Cst \times F.D.}{A.st} \right)$$

Donde:

Vit. C = Concentración de Vit. C en ppm

A.M = Área de la Muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

F.D = Factor de Dilución

#### **2.3.1.4 Análisis de la composición fenólica.**

##### **a) CONTENIDO TOTAL DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS (O LIBRES).**

###### **Fundamento.**

El método (Giusti y Wrolstad, 2005) se basa en la modificación del color de los antocianos en función del pH. A pH 1 los antocianos libres se encuentran en sus formas coloreadas mientras que a pH 4.5 pasan a sus formas no coloreadas.

###### **Preparación de reactivos.**

S1. Solución tampón de cloruro de potasio 0.025 M, a pH 1.0

Para su preparación se mezcló 1.86 gramos de ClK con 980 ml de agua destilada. Se mide el pH añadiendo HCL concentrado hasta ajustarlo a 1.0. Se transfirió el líquido a un matraz aforado de 1 litro ajustando el volumen con agua destilada.

S2. Solución de acetato de sodio 0.4 M, a pH 4.5

Para su preparación se mezcló 32,82 gramos de acetato de sodio anhidro con 960 ml de agua destilada. Se midió su pH y se ajustó a 4.5 con HCl concentrado. Se transfirió el líquido a un matraz aforado de 1 litro hasta ajustar el volumen con agua destilada.

###### **Procedimiento.**

- Se determinó el factor de dilución (con la solución S1) apropiado para la muestra de forma que la absorbancia (en cubeta de 1 cm) a la longitud de onda de máxima absorbancia (en nuestro 520 nm) esté dentro del rango lineal del espectrofotómetro. El factor de dilución utilizado fue de 8.

- Se prepararon dos diluciones de la muestra: una con la solución S1 (pH 1) y otra con la solución S2 (pH 4.5), empleando en ambos casos el factor de dilución anteriormente determinado. A continuación se midieron las absorbancias de cada dilución a dos longitudes de onda; 520 nm (longitud de máxima absorbancia) y 700 nm. Se realizaron las medidas entre 15 minutos y 1 hora tras la preparación de las diluciones. Tiempos superiores tienden a incrementar las lecturas. El blanco a cada longitud de onda se realiza con agua destilada.

Con las medidas obtenidas se calcula A como la diferencia de las absorbancias de la muestra diluida de la siguiente manera:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH1}} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH4.5}}$$

Después se calculó la concentración en antocianos monoméricos totales de la muestra con la siguiente fórmula:

$$\text{Antocianos monoméricos totales (mg/l)} = (A \times \text{FD} \times \text{PM} \times 1000) / (\epsilon \times 1)$$

Siendo:

FD = factor de dilución (8)

PM y  $\epsilon$  son respectivamente el peso molecular y el coeficiente de absorción molar del antociano de referencia utilizado para expresar los resultados. En este caso se trata del 3-monoglucósido de cianidina (PM = 449,2 y  $\epsilon$  = 26,900).

## **b) POLIFENOLES TOTALES – INDICE DE FOLIN-CIOCALTEU**

### **Fundamento.**

Este método desarrollado por Singleton y Rossi (1965), se fundamenta en el empleo del reactivo de Folin-Ciocalteu, que mezcla ácido fosfotúngstico y ácido fosfomolibdico, que se reduce para oxidar a los fenoles, en una mezcla de óxido de tungsteno y molibdeno,

que transforma la solución a color azul. Esta coloración presenta su absorción máxima alrededor de los 750nm y es proporcional a la concentración de compuestos fenólicos en la muestra de vino. Es un método universal y muy habitual que permite obtener una buena estimación de la riqueza global en compuestos fenólicos en vinos, bebidas y extractos vegetales.

### **Preparación de reactivos.**

- Reactivo de Folin-Ciocalteu

- Disolución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 20% (peso: volumen) se disolvió 200 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  en alrededor de 1 L de agua en ebullición. Se dejó enfriar a temperatura ambiente, ajustar el volumen a 1 L.

### **Procedimiento.**

- En un matraz aforado de 100 ml se introdujo 1 ml de muestra diluida al 50% y se añadieron 50 ml de agua destilada. A continuación se añadió 5 ml de reactivo de Folin- Ciocalteu, se agitó y se dejó reposar 2-3 minutos. Después se añadió 20 ml de la solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , preparada anteriormente, y se enrasó hasta 100 ml con agua destilada, agitando una vez enrasado para homogeneizar la mezcla.
- Transcurridos 30 minutos en los que la reacción concluye y se estabiliza, se midió la absorbancia a una longitud de onda de 750 nm en cubeta de 1 cm de paso, empleando agua destilada como referencia.
- Para determinar el contenido en polifenoles totales se realizó una recta patrón, teniendo en cuenta la dilución realizada de la muestra ( $\text{FD} = 2$ ). La recta patrón ( $R = 0,9966$ ) se realizó aplicando el mismo método a soluciones patrón sin diluir de ácido gálico (entre 0 y 1000 mg/l) los resultados se expresaron como mg de ácido gálico por litro.

### **2.1.3.5 Formulación del producto.**

#### **Fundamento**

La formulación se realizó siguiendo el fundamento teórico expuesto en el diagrama de Spencer debido a que establece la relación Gel entre pectina-azúcar-acidez siendo estos componentes mayoritarios en nuestras materias primas y aditivos; para la formación de un sistema físico-químico el cual pueda ser caracterizado y descrito por medio de parámetros medibles.

Según las referencias bibliográficas el pH de un gel de pectina debe estar entre 3 – 4 por lo que se modificó en función de las proporciones de sus componentes mayoritarios y el aditivo modificador de pH.

Consiguiendo que esté dentro de este rango de referencia y además se tenga unas propiedades organolépticas tanto en color, olor y sabor semejantes a mora en la mezcla antes de deshidratar.

Este proceso constó de las siguientes etapas:

#### **a) AJUSTE DE pH**

##### **Fundamento.**

Es un compuesto químico que, por lo general, se refiere al ion del citrato unido a tres átomos de sodio: el citrato trisódico. Químicamente, los citratos de sodio son sales sódicas del citrato también llamado ácido cítrico que es un componente común de las células del cuerpo humano. También se emplea como regulador de acidez y como compuestos aromáticos comúnmente encontrados en gelatinas, jamones, helados, bebidas gaseosas, vinos, quesos procesados, entre otros productos.

##### **Procedimiento.**



#### **a.1) ADICIÓN DE CITRATO DE SODIO EN PULPA DE MORA**

Se realizaron pruebas con diferentes concentraciones del regulador de pH, manteniendo constante la proporción de mora la cual se eligió en base a pruebas preliminares en el departamento de I&D de Frozen Tropic CIA. LTDA.

#### **a.2) ADICIÓN DE CONCENTRADO DE MANZANA**

Posteriormente se obtuvieron varios resultados y a los más adecuados se les empezó agregar concentrado de manzana, manteniendo constante la proporción de pulpa de mora y citrato de sodio.

#### **b) ADICIÓN DEL EMULSIFICANTE Y ACEITE VEGETAL**

En esta parte se observó la cantidad de emulsificante y aceite vegetal que se mezclen con homogeneidad es decir que no muestre puntos o gotas de aceite en la preparación y que no se separe. Finalmente después de deshidratarse se observó una mayor suavidad y plasticidad con formulaciones que tenían estos aditivos que con aquellas que no lo tenían. Y también no hubo defectos como sensación aceitosa al momento de manipular el alimento.

#### **c) ADICIÓN DE EDULCORANTES Y SABORIZANTE**

Se tuvieron 4 tipos de edulcorantes: sacarosa, jarabe de glucosa, fructosa y dextrosa de los cuales se obtuvieron los mejores resultados con sacarosa y jarabe de glucosa.

Se lo realizó con el objetivo de poder determinar parámetros de control de calidad a lo largo de la formulación, describiendo los °Brix, pH, Temperatura y viscosidad para por medio de la medición de estas propiedades físicas saber que nuestras materias primas y aditivos están en estado óptimo para ser mezclados y su control durante el proceso de mezcla.

#### **2.1.3.6 Estudio de control de calidad de la mezcla antes de deshidratar.**

##### **Procedimiento.**

- Considerar los pasos que se describen en () para la preparación del viscosímetro.
- Tomar por duplicado y anotar el promedio de las medidas de °Brix, pH y temperatura (°C) de cada una de las pulpas de fruta y de las etapas marcadas.
- Medir la viscosidad de cada pulpa de fruta y de sus diferentes etapas de mezclado como lo especifica en 2.3.1.3 literal “f”.
- Tabular los datos y construir una curva de calibración extrayendo el logaritmo natural de la viscosidad y dejando iguales los datos de °Brix.
- Repetir la determinación si  $r < 0,98$

#### **2.1.3.7 Análisis físico-químico antes de deshidratar.**

Se procedió como se especifica en 2.3.1.2; 2.3.1.3 y 2.3.1.4 y todos sus literales.

#### **2.1.3.8 Deshidratación.**

##### **Fundamento**

En esta etapa se puso a prueba 3 temperaturas de deshidratación los cuales fueron 46 °C, 57 °C y 71 °C; lo cual estuvo en función de trabajos realizados anteriormente para elaborar cuero de fruta y por la sensibilidad de los marcadores nutritivos a estas temperaturas; a las 3 formulaciones propuestas para escoger el proceso que menos destruye los antocianos monoméricos libres como indicadores los cuales son sensibles a múltiples factores ambientales como la temperatura, pH, luz y O<sub>2</sub>. Por lo tanto nos darán una idea clara sobre cual proceso mantiene mayor valor nutritivo.

##### **Procedimiento**

**a) INFLUENCIA DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE CUERO DE FRUTA SOBRE LOS ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES**

**a.1) DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN**

**Procedimiento.**

- Mezclar y obtener una a una las distintas formulaciones por analizar.
- Tomar una o varias hojas de papel plano y recortarlo a la forma del molde del deshidratador, obteniendo mínimo 10 pedazos de papel.
- Pesar los trozos de papel, anotar y etiquetar cada uno de ellos.
- Tomar 5 g de muestra y colocarlo en un pedazo de papel etiquetado, tarado y recortado a la forma interna del deshidratador y untarlo suavemente.
- Volver a pesar y anotar el valor como peso inicial.
- Colocar en el molde del deshidratador.
- Repetir este proceso hasta obtener mínimo 10 puntos.
- Encender el deshidratador y colocar la perilla en la temperatura más baja.
- Dejar pasar 10 min y mover la perilla a la temperatura que se desea deshidratar y dejar que transcurran 5 min más.
- Colocar el molde en la bandeja interna del deshidratador.
- Sacar cada uno de los papeles con la muestra según el tiempo previsto anteriormente y colocarlo en el desecador, a los 10 minutos pesar.
- Calcular la humedad que posee la muestra a ese tiempo y tabularlo.
- Repetir este procedimiento hasta obtener una humedad menor a 10%.
- Graficar los puntos de la tabla obtenidos.

**a.2) DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**

Se procedió según lo establecido en 2.1.3.2 literal a.

**a.3) DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES**

Se procedió según lo establecido en 2.1.3.4 literal a y b.

#### **a.4) CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES**

##### **Procedimiento.**

- ✓ Reemplazar en la ecuación 1, los valores de AML o PFT (ppm) que se obtuvieron en las diferentes formulaciones antes de deshidratar y de %Humedad que perdió el producto y calcular su valor.
- ✓ Anotar el valor obtenido como AML teórico o PFT teórico (ppm) según sea el caso.
- ✓ Reemplazar en la ecuación 2, los valores de AML teórico o PFT teórico (ppm) y de AML o PFT (ppm) y calcular su valor.
- ✓ Anotar el valor obtenido como % Deg, para cada uno de las formulaciones con su correspondiente temperatura.
- ✓ Sacar un promedio de las tres formulaciones, de cada una de las temperaturas y anotar como el % Deg a esa temperatura.

Donde:

AML<sub>t</sub> = contenido de antocianos monoméricos libres en formulaciones antes de deshidratar en (ppm)

PFT<sub>t</sub> = contenido de polifenoles totales en formulaciones antes de deshidratar en (ppm)

AML = contenido de antocianos monoméricos libres en formulaciones después de deshidratar en (ppm)

PFT = contenido de polifenoles totales en formulaciones después de deshidratar en (ppm)

% H = porcentaje de humedad perdida por la deshidratación

% Deg = porcentaje de degradación a una determinada temperatura

**ECUACIÓN 1.**

$$AMLt = \left( \frac{AML \times 100}{100 - \%H} \right)$$

$$PFTt = \left( \frac{PFT \times 100}{100 - \%H} \right)$$

**ECUACIÓN 2.**

$$\%Deg = \left( \frac{AML\ t - AML}{AML\ t} \right) \times 100\%$$

$$\%Deg = \left( \frac{PFT\ t - PFT}{PFT\ t} \right) \times 100\%$$

**2.1.3.9 Análisis físico-químico de cuero de fruta.**

Se procedió como se especifica en 2.3.1.2; 2.3.1.3 y 2.3.1.4 y todos sus literales.

**2.1.3.10 Determinación de la inocuidad de cuero de fruta.**

**Fundamento.**

El Saneamiento Ambiental es la rama de salubridad destinada a controlar, reducir o eliminar la contaminación en orden a lograr mejor calidad de vida para los seres vivos. Una de las medidas que utiliza para este fin se basa en la Inocuidad de los Alimentos. La inocuidad es la condición de los alimentos que garantiza que no causaran daño al consumidor cuando se preparen y /o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan. La inocuidad es uno de los cuatro grupos básicos de características que junto con las nutricionales, las organolépticas, y las comerciales componen la calidad de los alimentos.

**Procedimiento.**

#### **a) ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIAS PRIMAS**

Dichos análisis fueron realizados anteriormente por la empresa Frozen Tropic CIA. LTDA., debido a que poseen el sistema de garantía de la inocuidad ISO-22000.

#### **b) ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE CUERO DE FRUTA**

Los procedimientos de los análisis microbiológicos de cuero de fruta se los realizó según la NTE-INEN 2217:2012; dicho análisis se lo realizó bajo estas normativas y cumpliendo sus requisitos.

##### **2.1.3.11 Análisis sensorial de cuero de fruta.**

##### **Fundamento.**

La evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se suele denominar "normalizado" con el objeto de disminuir la subjetividad que pueden dar la evaluación mediante los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, etc. Una de las evaluaciones sensoriales más conocidas es la de la cata de vinos. En la evaluación sensorial participan personas especializadas (evaluadores) a las que se les somete a diversas pruebas para que hagan la evaluación de forma objetiva. Los resultados de los análisis afectan al marketing y el packaging de los productos para que sean más atractivos a los consumidores.

La evaluación se la realizó en la Unidad Educativa “Santo Tomás Apóstol” Riobamba, a 15 niños y 15 niñas de 10 años de edad, el martes 30 de julio del 2013 desde las 8:30 a 9:30 de la mañana; en el campamento vacacional organizado por ex alumnos voluntarios de dicha institución.

La información fue recolectada mediante encuestas que constaron con la siguiente estructura anexo 7, las preguntas fueron destinadas ha conocer y describir mediante el criterio personal de los niños y niñas; las características organolépticas y sensoriales del producto cuero de fruta. Además conocer cual de las formulaciones tiene mayor aceptación y la comparación de pulpa deshidratada con otros productos que existen en el mercado.

### **Procedimiento.**

- Explicar a los niños y niñas la forma de llenar las encuestas paso a paso.
- Tomar el producto con las manos y definir el color que tiene según su criterio.
- Acercar el producto y apercibir el aroma u olor que posee.
- Tomar el producto con los dedos y definir si es “pegajoso” o “liso” calificando dichas características con los valores determinados en la encuesta.
- Tomar y ejercer dar un estirón a lo largo del producto con los dedos y definir si es “poco estirable” o “estirable” calificando dichas características con los valores determinados en la encuesta.
- Cortar el producto por la mitad e ingerir y determinar a que fruta le sabe.
- Tomar la segunda mitad, volver a ingerir y calificar el sabor del producto de acuerdo a los parámetros determinados en la encuesta.
- Calificar la textura del producto al momento de ingerir con los parámetros previstos en la encuesta “suave-chicloso”, “duro” y “blando.”
- Ingerir un vaso de agua y repetir el procedimiento hasta terminar con todas las formulaciones.
- Finalmente calificar cual de las formulaciones es la que más te gustó, con los parámetros previstos en la encuesta y compararlo con otros productos existentes en el mercado.

### **2.1.3.12 Determinación del tiempo de vida útil de cuero de fruta.**

#### **Fundamento.**

Así como la caducidad, es la fecha límite hasta la cual podemos consumir un alimento sin que haya perdido sus propiedades, la vida útil es el nombre que se le da al periodo que transcurre desde su producción a su caducidad, es decir, el tiempo durante el cual el alimento conserva todas sus cualidades. El final de la vida de un alimento no sólo depende de que mantenga niveles mínimos de contaminación, sino también de que preserve sus cualidades físico-químicas (homogeneidad, estabilidad, estructura) y organolépticas (textura, sabor, aroma)

#### **Análisis cualitativo.**

Así, para definir la vida útil de nuestros productos deberemos buscar el equilibrio entre la caducidad microbiológica y los aspectos sensoriales del producto. No servirá de nada que obtengamos un plato con una vida útil de seis semanas en cuanto a seguridad alimentaria, pero que en ese periodo haya perdido color, textura o aroma.

La contaminación de un alimento la podremos evitar de diferentes maneras:

Trabajando en instalaciones perfectamente limpias y desinfectadas, incluso asépticas si es necesario. Sometiendo al alimento a temperaturas altas durante poco espacio de tiempo (esta práctica es poco recomendable para platos preparados).

Realizando tratamientos a temperaturas medias durante tiempos más prolongados (esta es la práctica más frecuente para V gama) Adicionando conservantes, antioxidantes u otros aditivos que frenen el deterioro. Aplicando otras tecnologías como la cocción al vacío, el envasado en atmósfera modificada, la pasteurización por microondas en continuo, la luz pulsada, incorporación de biocinas, uso de sistemas de barrera.



### **Plan de análisis microbiológico.**

Para comprobar la efectividad del tratamiento debemos realizar un plan de análisis microbiológicos que determinen el tiempo que el alimento sigue siendo apto para el consumo humano. La función del laboratorio es la de guiar para la elaboración de este plan; básicamente se trata de preparar en un mismo lote varias muestras que se irán analizando en diferentes fechas dentro de un periodo estimado (la primera a los dos días de producción, la segunda a la semana, la tercera a los 10 días, la cuarta a las dos semanas, la quinta a los 20 días,...).

Para que estos resultados sean fiables debemos haber registrado todos los datos que afecten al producto (materias primas, proveedores y fechas de recepción, salas de trabajo, manipuladores, tratamientos y procesos, ingredientes, tiempos y temperaturas,...) y posteriormente reproducirlo en las mismas condiciones.

### **Análisis de tiempo.**

Paralelamente, es imprescindible comprobar la evolución en el tiempo del producto. En un plan como el del laboratorio estableceremos las fechas en las que realizar las pruebas y la ficha de cata. En estos casos, será de gran importancia contar con la opinión objetiva de profesionales con experiencia en el análisis sensorial.

Si están en nuestro equipo nos será de gran ayuda, pero si no es así podemos contratar los servicios de un panel de cata. De esta forma detectaremos variaciones indeseadas del alimento durante su almacenamiento. Si estas alteraciones son posteriores a la fecha de caducidad microbiológica determinaremos esta última como límite de la vida útil, de la misma forma en el caso contrario. Si deseamos prolongar la calidad organoléptica y las cualidades físico-químicas de nuestros productos deberemos tener en cuenta aspectos como las técnicas culinarias utilizadas, la maquinaria, la materia prima, el uso de algunos aditivos,... En este caso podemos remitirnos a una empresa que realice asesoramiento gastronómico o asesoramiento en el desarrollo de fichas técnicas.

**Procedimiento.**

**a) PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS**

Se procedió según lo establecido en 2.1.3.12 para los parámetros de color, olor y textura antes de ingerir.

**b) PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS**

Se procedió según lo establecido en 2.1.3.2 literal a; 2.1.3.1 literal b; 2.1.3.3 literales c y d.

**c) ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se procedió según lo establecido en 2.1.3.10 literal b.

**2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

**2.2.1 PRUEBAS ESTADÍSTICAS**

**2.2.1.1 Análisis de varianzas “ANOVA” Y “TUKEY”**

**Fundamento.**

En estadística, análisis de varianza (ADEVA ó ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos, es decir, el análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 CONTROL DE CALIDAD

Los resultados que se muestran en el CUADRO No. 1, se puede observar que las materias primas cumplen con los parámetros de calidad proporcionados por Frozen Tropic CIA. LTDA., los cuales se encuentran en los anexos 1, 2 y 3.

**CUADRO No. 1 ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS. PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**

Materia Prima	° Brix	° Brix <sub>p</sub>	p H	p H <sub>p</sub>	° T	° T <sub>p</sub>
Pulpa de Mora	8		2,84		20,1	
	8	8	2,84	2,84	19,2	19,5
	8		2,85		19,3	
Concentrado de Manzana	31		3,65		19,4	
	31	31	3,68	3,67	19,0	19,2
	31		3,67		19,2	
Pulpa de Banano	23		4,22		19,0	
	24	23,3	4,19	4,21	19,7	19,5
	23		4,22		19,7	

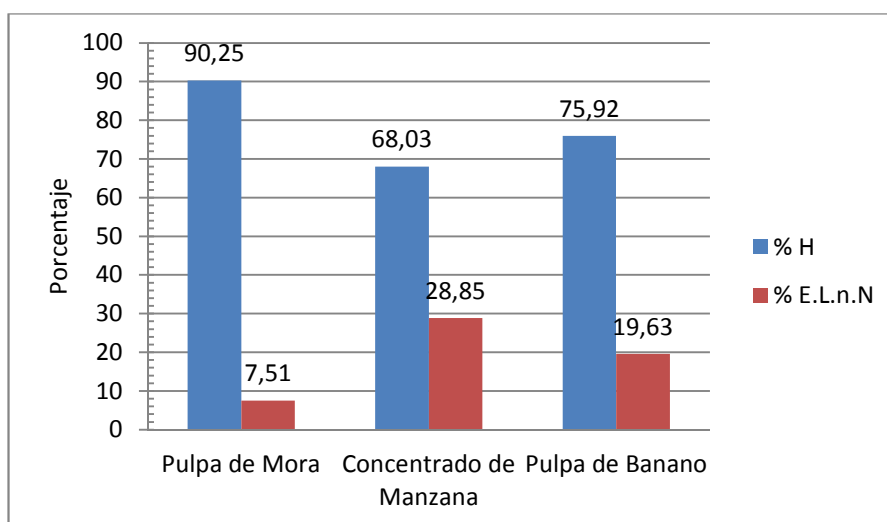
#### 3.2 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE MATERIAS PRIMAS

##### 3.2.1 ANÁLISIS PROXIMAL DE MATERIAS PRIMAS

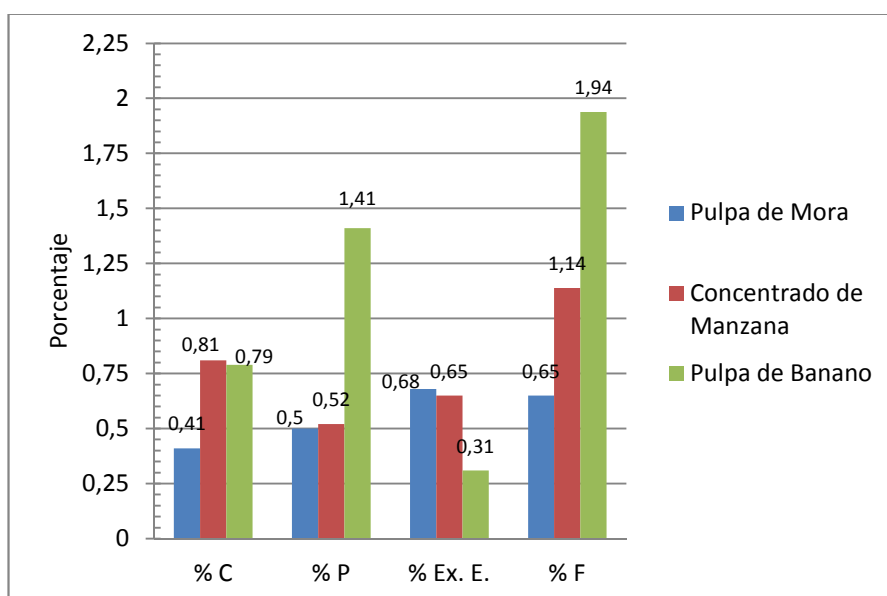
Los resultados del análisis proximal de las materias primas se detallan en el CUADRO No. 2 y GRÁFICOS No. 6 y 7.

**CUADRO No. 2 ANÁLISIS PROXIMAL DE MATERIAS PRIMAS. PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**

Materia Prima	% H	% C	% P	% Ex. E.	% F	% E.L.n.N
Pulpa de Mora	90,25 ± 0,36	0,41 ± 0,04	0,50 ± 0,01	0,68 ± 0,02	0,65 ± 0,02	7,51
Concentrado de Manzana	68,03 ± 0,33	0,81 ± 0,05	0,52 ± 0,01	0,65 ± 0,01	1,14 ± 0,13	28,85
Pulpa de Banano	75,92 ± 1,27	0,79 ± 0,04	1,41 ± 0,07	0,31 ± 0,04	1,94 ± 0,11	19,63



**GRÁFICO No. 6 CONTENIDO DE HUMEDAD Y EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO DE MATERIAS PRIMAS: PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**



**GRÁFICO No. 7 CONTENIDO DE CENIZA, PROTEÍNA, EXTRACTO ETÉREO Y FIBRA DE MATERIAS PRIMAS: PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**

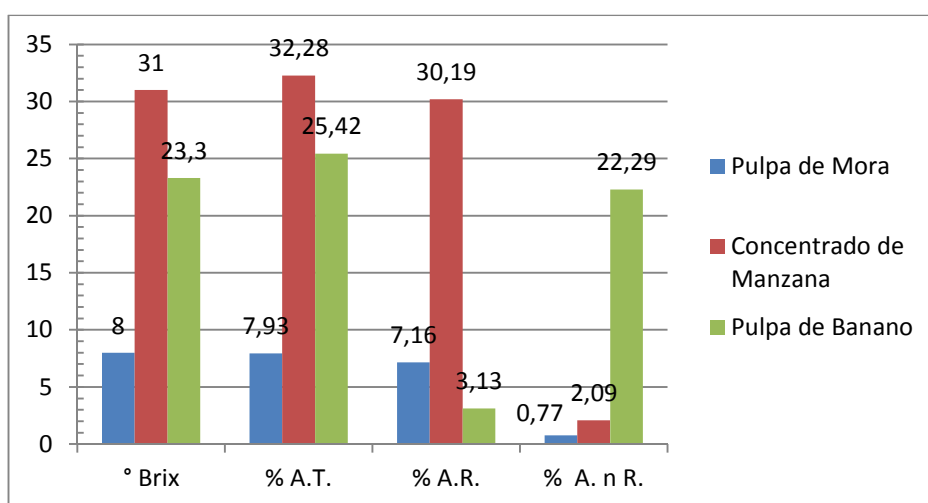
Los resultados de humedad, ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra de pulpa de mora del CUADRO No. 2 y GRÁFICOS No. 6 y 7, no se comparan con los reportados por: Carmona, M.J. y et al. (1996) (41), Vargas y et al. (2010) (40) y Galvis (2003) (36) esto se debe a que según Badui (2008) (2), “la composición química de los alimentos vegetales depende de factores intrínsecos como: variedad, estado de maduración, condiciones del cultivo, etc; y extrínsecos como: tiempo y temperatura de procesamiento, conservación, fuerzas mecánicas, etc”; por lo tanto al ser sometida la mora en fruta, a un tratamiento térmico de congelación, cocción y despulpado para obtener su pulpa, su composición química se modifica. Los resultados de humedad, ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra expuestos en el CUADRO No. 2 y GRÁFICOS No. 6 y 7, del concentrado de manzana no se comparan con los reportados por: Schmidt – Hebbel y Pennacchiotti, (1979) (33), Tabla de composición química de los alimentos Universidad de Chile (2005) (25) y Smith-Hebbel et al., (1992) (28); ni los correspondientes a la pulpa de banano no se comparan con los reportados por la Tabla de Composición de Alimentos del ICBF-Colombia 2005 (B) y Cigual-Cineva 1993 (B), esto se debe a lo expuesto por Badui (2008) (2) que fue analizado anteriormente.

### 3.2.2 ANÁLISIS COMPLEMENTARIO DE MATERIAS PRIMAS.

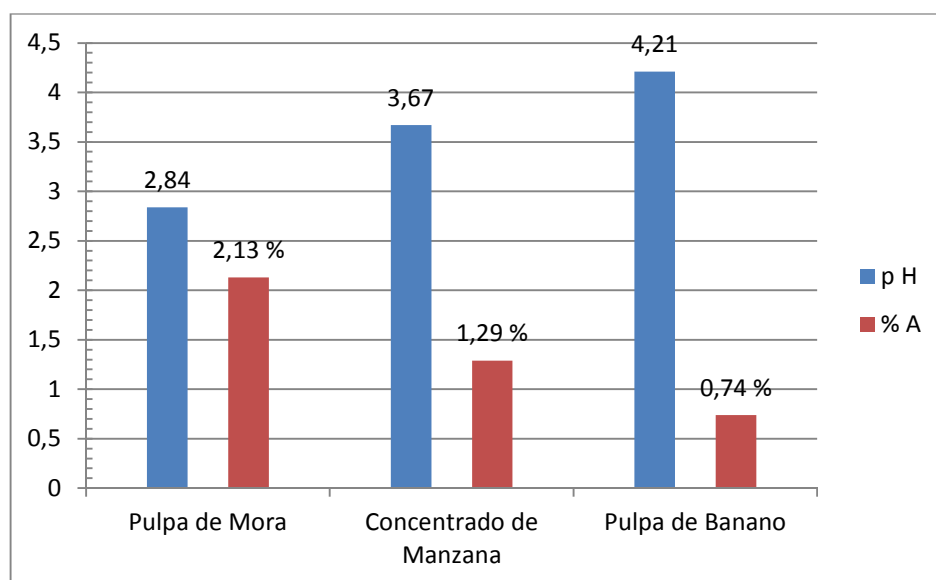
Los resultados del análisis complementario de las materias primas se detallan en el CUADRO No. 3 y GRÁFICOS No. 8, 9, 10 y 11.

**CUADRO No. 3 ANÁLISIS COMPLEMENTARIO DE MATERIAS PRIMAS. PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**

Materia Prima	° Brix	p H	ρ (g/ml)	η (cps)	% A	Vit. C (ppm)	% A.T.	% A.R.	%A. n R.
<b>Pulpa de Mora</b>	8,0 ± 0,00	2,84 ± 0,01	0,96 ± 0,13	254,2	2,13 ± 0,10	8,11	7,93 ± 1,00	7,16 ± 1,32	0,77
<b>Concentrado de Manzana</b>	31,0 ± 0,00	3,67 ± 0,04	1,03 ± 0,08	7973,2	1,29 ± 0,14	0,00	32,28 ± 1,10	30,19 ± 0,43	2,09
<b>Pulpa de Banano</b>	23,3 ± 1,43	4,21 ± 0,04	1,10 ± 0,07	2352,9	0,74 ± 0,02	51,27	25,42 ± 2,93	3,13 ± 0,31	22,29

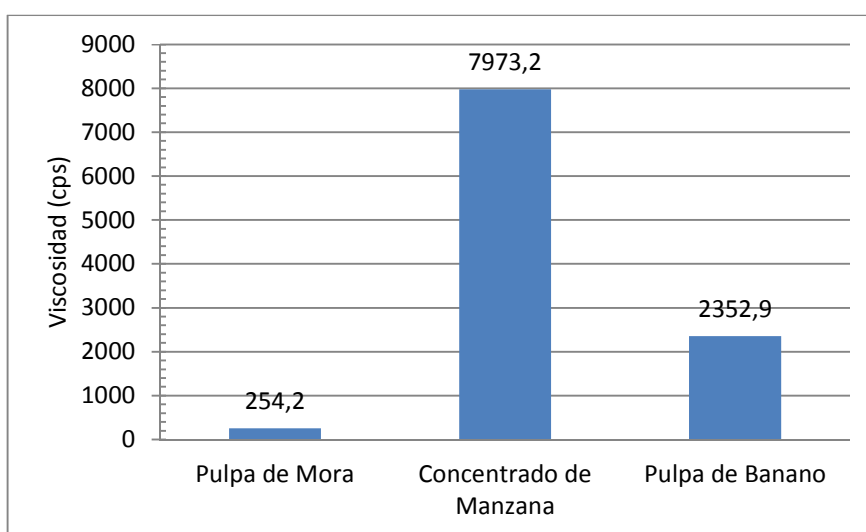


**GRÁFICO No. 8 CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES, AZÚCARES TOTALES, AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES. PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**



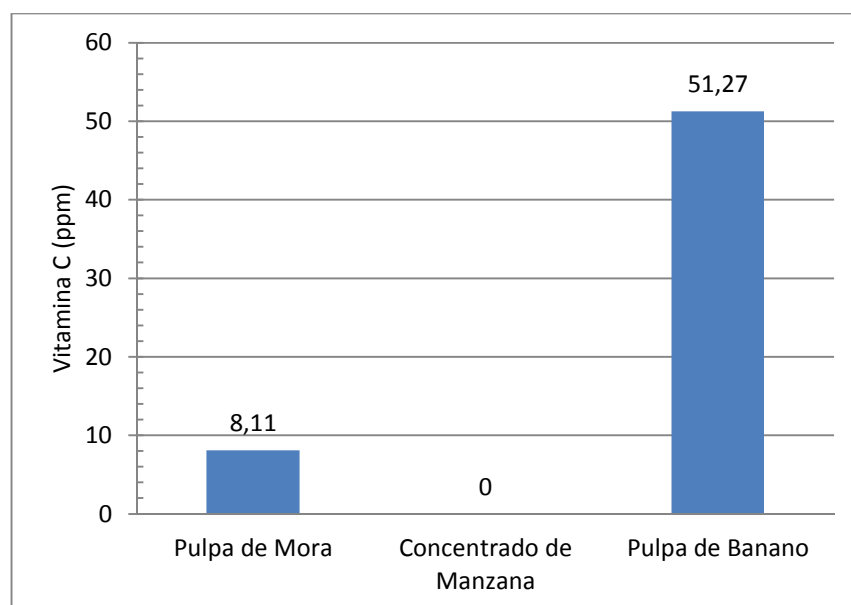
**GRÁFICO No. 9 DETERMINACIÓN DE pH Y %ACIDEZ TITULABLE. PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**

Los resultados de sólidos solubles, pH, acidez y azúcares totales que se observan en el CUADRO No. 3 y GRÁFICOS No. 8 y 9, de las pulpas de mora y banano y concentrado de manzana son comparables a las fichas técnicas (anexo 1, 2 y 3) proporcionadas por Frozen Tropic CIA. LTDA., debido a que son parámetros comerciales e indicadores de calidad.



**GRÁFICO No. 10** VISCOSIDAD DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.

En cuanto a los resultados de viscosidad que se aprecian en el CUADRO No. 3 y GRÁFICO No. 10, obedecen a la relación entre viscosidad y sólidos solubles, la cual es directamente exponencial conforme lo describe Alvarado (1996) (1) que más adelante se la discutirá en 3.4.



**GRÁFICO No. 11** CONTENIDO DE VITAMINA C EN PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.

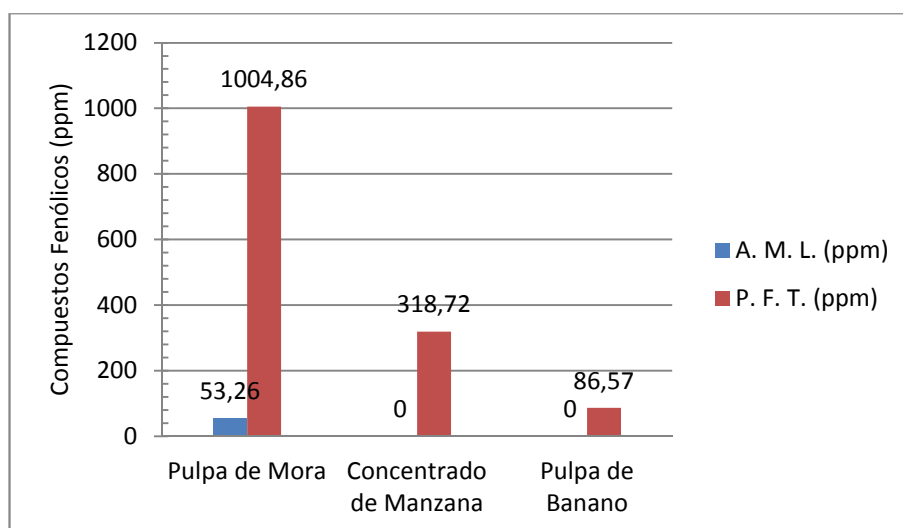
Los resultados de concentración de vitamina C de las pulpas de mora y banano y concentrado de manzana que se exponen en el CUADRO No. 3 y GRÁFICO No. 11, muestran una gran variabilidad con los reportados con Castillo y Miranda (1995) (22), Ordóñez y Yoshoka-Tamaño (2012) (21), esto se justifica por lo expuesto por Badui (2008) (2) y Primo-Yúfera (1979) (17) dado que “la vitamina C es altamente sensible a factores físicos y químicos como pH, luz, oxígeno, temperatura, etc”.

### 3.2.3 COMPOSICIÓN FENÓLICA DE MATERIAS PRIMAS.

Los resultados de composición fenólica de las materias primas se detallan en el CUADRO No. 4 y GRÁFICO No 12.

**CUADRO No. 4** ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA. PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.

Materia Prima	A. M. L. (ppm)	A.M.L. mg/100g	P. F. T. (ppm)	P. F. T. mg/100g
<b>Pulpa de Mora</b>	53,26	5,54	1004,86	104,61
<b>Concentrado de Manzana</b>	0,00	0,00	318,72	30,14
<b>Pulpa de Banano</b>	0,00	0,00	86,57	7,84



**GRÁFICO No. 12** DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA. PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth, CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus* Y PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.



Los resultados de antocianos monoméricos libres en pulpa de mora que se aprecian en el CUADRO No. 4 y GRÁFICO No. 12 no son comparables con los reportados por Lafuente et. al. (1966) (19) y Howard et. al. (2007) (52), debido a lo expuesto por Primo-Yúfera (1979) (17) y Cuevas Montilla et. al. (2008) (19) que estos pigmentos y compuestos fenólicos libres “son altamente sensibles a la temperatura, oxígeno, luz, pH, metales pesados, enzimas, etc; mientras que aquellos que están polimerizados son menos sensibles a las condiciones y sustancias antes mencionadas” debido a que en el proceso de fabricación de pulpa de mora, se usa condiciones de congelación, cocción y despulpado. En cuanto se refiere a los resultados de los polifenoles totales que se encuentran en las tablas antes mencionadas son comparables con los reportados por Primo Yúfera y Salvatierra (2011) (52).

Los resultados de antocianos monoméricos libres en concentrado de manzana y pulpa de banano que se aprecian en el CUADRO No. 4 y GRÁFICO No. 12, son comprables puesto que en dichas pulpas según Wu et al (2005) (52) “son pigmentos que se encuentran en frutas de colores rojas, azules y moradas” por lo tanto en la manzana y banano no se encontrarán.

Mientras que los resultados de polifenoles totales que se encuentran en las tablas antes mencionadas, no son comparables porque pese a lo reportado por Salvatierra (2011) (52) para la manzana y Queiroz et al (2008) (54) para el banano; porque las pulpas de fruta antes mencionadas son productos de un proceso industrial y por lo tanto su composición química será diferente según Baduin (2008) (2).

### **3.3 FORMULACIÓN DEL PRODUCTO.**

#### **3.3.1 AJUSTE DE pH.**

Se eligió al citrato de sodio como regulador de pH porque la mezcla primaria es demasiado ácida ( $\text{pH} < 3$ ) y debe ajustarse lo necesario para que el ( $\text{pH} < 5$ ) para una adecuada gelificación.

### 3.3.2 ADICIÓN DE CITRATO DE SODIO EN PULPA PURA DE MORA.

En el CUADRO No. 5, se describen los ensayos realizados hasta establecer una mezcla adecuada de pulpa de mora y citrato de sodio que sea de ( $3 < \text{pH} < 5$ ) según Cheftel, J. y Cheftel, H. (1989) (7) y Primo-Yúfera (1979) (17), obteniéndose en los ensayos 1, 2 y 3 los adecuados para utilizarse como referencia en la siguiente etapa de la formulación.

**CUADRO No. 5 ENSAYOS DE FORMULACIÓN ENTRE PULPA DE MORA Y CITRATO DE SODIO.**

<b>p H inicial</b>	<b>Número de Ensayos</b>	<b>Pulpa de Mora</b>	<b>Citrato de Na Añadido</b>	<b>% Solución</b>	<b>p H</b>
2,85	1	M <sub>1</sub>	CNa <sub>1</sub>	%P <sub>1</sub>	3,99
	2	M <sub>1</sub>	CNa <sub>2</sub>	%P <sub>2</sub>	4,13
	3	M <sub>1</sub>	CNa <sub>3</sub>	%P <sub>3</sub>	4,62
	4	M <sub>1</sub>	CNa <sub>4</sub>	%P <sub>4</sub>	5,09
	5	M <sub>1</sub>	CNa <sub>5</sub>	%P <sub>5</sub>	5,45
	6	M <sub>1</sub>	CNa <sub>6</sub>	%P <sub>6</sub>	5,54
	7	M <sub>1</sub>	CNa <sub>7</sub>	%P <sub>7</sub>	5,76
	8	M <sub>1</sub>	CNa <sub>8</sub>	%P <sub>8</sub>	5,91
	9	M <sub>1</sub>	CNa <sub>9</sub>	%P <sub>9</sub>	6,05
	10	M <sub>1</sub>	CNa <sub>10</sub>	%P <sub>10</sub>	6,26
	11	M <sub>1</sub>	CNa <sub>11</sub>	%P <sub>11</sub>	6,42

### 3.3.3 ADICIÓN DE CONCENTRADO DE MANZANA

En los CUADROS No. 6, 7, 8 y 9 se detallan las pruebas realizadas para establecer las proporciones óptimas de pulpa de mora y concentrado de manzana ajustada al pH de gelificación esperado. Encontrándose que el ensayo es el adecuado según pH, sabor, color y olor coincidiendo con los establecido por Cheftel, J. y Cheftel, H. (1989) (7) en el diagrama de Spencer, Primo-Yúfera (1979) (17) y resultados obtenidos por Merino Fausto (2002) (33). Además cumple con los requerimientos físico-químicos y organolépticos solicitados por Frozen Tropic CIA. LTDA., y será el punto de partida para poder continuar con la adición de edulcorantes debido a que el % de Brix es aún bajo y es

necesario adicionarlos para alcanzar un mejor sabor, punto de gel más estable y que el deshidratado sea más suave y elástico. Por lo que también se adicionará emulsificante como lo es la lecitina de soya parcialmente hidrolizada y aceite vegetal.

**CUADRO No. 6 ENSAYOS DE FORMULACIÓN ENTRE PULPA DE MORA - CITRATO DE SODIO PRIMERA PROPORCIÓN Y CONCENTRADO DE MANZANA.**

Número de Ensayos	% Manzana	% Citrato	p H
1	%CM <sub>1-1</sub>	%P <sub>0-1</sub>	3,85
2	%CM <sub>1-2</sub>	%P <sub>0-2</sub>	3,83
3	%CM <sub>1-3</sub>	%P <sub>0-3</sub>	3,81
4	%CM <sub>1-4</sub>	%P <sub>0-4</sub>	3,79
5	%CM <sub>1-5</sub>	%P <sub>0-5</sub>	3,78
6	%CM <sub>1-6</sub>	%P <sub>0-6</sub>	3,77
7	%CM <sub>1-7</sub>	%P <sub>0-7</sub>	3,74
8	%CM <sub>1-8</sub>	%P <sub>0-8</sub>	3,73
9	%CM <sub>1-9</sub>	%P <sub>0-9</sub>	3,72

**CUADRO No. 7 ENSAYOS DE FORMULACIÓN ENTRE PULPA DE MORA - CITRATO DE SODIO. SEGUNDA PROPORCIÓN Y CONCENTRADO DE MANZANA.**

Número de Ensayos	% Manzana	% Citrato	p H
1	%CM <sub>2-1</sub>	%P <sub>1-1</sub>	4,29
2	%CM <sub>2-2</sub>	%P <sub>1-2</sub>	4,27
3	%CM <sub>2-3</sub>	%P <sub>1-3</sub>	4,27
4	%CM <sub>2-4</sub>	%P <sub>1-4</sub>	4,19
5	%CM <sub>2-5</sub>	%P <sub>1-5</sub>	4,14
6	%CM <sub>2-6</sub>	%P <sub>1-6</sub>	4,11
7	%CM <sub>2-7</sub>	%P <sub>1-7</sub>	4,08
8	%CM <sub>2-8</sub>	%P <sub>1-8</sub>	3,95
9	%CM <sub>2-9</sub>	%P <sub>1-9</sub>	3,87

**CUADRO No. 8 ENSAYOS DE FORMULACIÓN ENTRE PULPA DE MORA - CITRATO DE SODIO  
TERCERA PROPORCIÓN Y CONCENTRADO DE MANZANA.**

Número de Ensayos	% Manzana	% Citrato	p H
1	%CM <sub>3-1</sub>	%P <sub>2-1</sub>	4,49
2	%CM <sub>3-2</sub>	%P <sub>2-2</sub>	4,51
3	%CM <sub>3-3</sub>	%P <sub>2-3</sub>	4,49
4	%CM <sub>3-4</sub>	%P <sub>2-4</sub>	4,44
5	%CM <sub>3-5</sub>	%P <sub>2-5</sub>	4,37
6	%CM <sub>3-6</sub>	%P <sub>2-6</sub>	4,31
7	%CM <sub>3-7</sub>	%P <sub>2-7</sub>	4,27
8	%CM <sub>3-8</sub>	%P <sub>2-8</sub>	4,21
9	%CM <sub>3-9</sub>	%P <sub>2-9</sub>	4,08

**CUADRO No. 9 ENSAYOS DE FORMULACIÓN ENTRE PULPA DE MORA - CITRATO DE SODIO  
CUARTA PROPORCIÓN Y CONCENTRADO DE MANZANA.**

Número de Ensayos	% Manzana	% Citrato	p H
1	%CM <sub>4-1</sub>	%P <sub>3-1</sub>	4,62
2	%CM <sub>4-2</sub>	%P <sub>3-2</sub>	4,58
3	%CM <sub>4-3</sub>	%P <sub>3-3</sub>	4,54
4	%CM <sub>4-4</sub>	%P <sub>3-4</sub>	4,54
5	%CM <sub>4-5</sub>	%P <sub>3-5</sub>	4,48
6	%CM <sub>4-6</sub>	%P <sub>3-6</sub>	4,43
7	%CM <sub>4-7</sub>	%P <sub>3-7</sub>	4,36
8	%CM <sub>4-8</sub>	%P <sub>3-8</sub>	4,31
9	%CM <sub>4-9</sub>	%P <sub>3-9</sub>	4,24

#### 3.3.4 ADICIÓN DE EMULSIFICANTE Y ACEITE VEGETAL.

Las proporciones expuestas en el CUADRO No. 10, de aceite vegetal y de lecitina de soya parcialmente hidrolizada con un HBL cercano a 12 están determinados por el fabricante The Solae Company (2011) (55), justifica que se usen en cantidades relativamente pequeñas; siendo directamente proporcionales entre sí y fundamenta que sea una emulsión O/W según lo expuesto por I. Aranberri, B.P. Binks, J.H. Clint, P.D.I. Fletcher (2006) (34) y Vega y Miranda (2009) (35). Además cuenta con una guía de

aplicaciones en la que se encuentra apta para productos de horneado por lo que es estable para ser deshidratada posteriormente.

**CUADRO No. 10**                      **RESULTADOS DE LA FORMULACIÓN ENTRE PULPA DE MORA - CITRATO DE SODIO - CONCENTRADO DE MANZANA Y LECITINA DE SOYA – ACEITE VEGETAL – PULPA DE BANANO.**

<b>Ingrediente</b>	<b>%</b>	<b>°Brix</b>	<b>p H</b>
Lecitina de Soya	%LS	NA	NA
Aceite Vegetal	%AC	NA	6,77
Pulpa de Banano	%PB	22	4,20

Las características organolépticas de lecitina de soya parcialmente hidrolizada cambian de forma definitiva la apreciación del producto tornándolo a un sabor y olor picante por lo que se utilizó pulpa de banano para enmascarar ese sabor obteniéndose muy buenos resultados usándose la misma proporción de lecitina de soya como de pulpa de banano que según los resultados de Cano et al., (1997) (53) y Forster et al, (2002) (53) el porcentaje de sacarosa de la composición química de pulpa de banano es cantidad suficiente para enmascarar el sabor del aceite y la lecitina de soya al superarlos en mas de 10 veces al porcentaje de estos dos aditivos en la formulación.

### 3.3.5 ADICIÓN DE EDULCORANTES Y SABORIZANTE.

Los mejores resultados como edulcorantes fueron sacarosa y jarabe de glucosa que se aprecian en el CUADRO No. 11, debido a lo expuesto por Durward (2007) (56) y Spencer (1973) (7): “la formación de un gel estable, se da cuando los °Brix en la formulación son mayores al 40% del límite de solubilidad de la sacarosa a una temperatura determinada en función de su contenido de pectina”.

La introducción de estos aditivos se lo hizo modificando la proporción de concentrado de manzana y manteniendo constante la proporción de mora. La función de la sacarosa es netamente como edulcorante, mientras que el jarabe de glucosa regula la formación de cristales de azúcar durante la deshidratación retardando el tiempo y aumentando la temperatura de cristalización de los azúcares. Esto permite que después de deshidratarse no se vuelva demasiado meloso, pegajoso y no forme cristales el producto; lo que

justifica lo descrito por White y Cakebread (1966) (7) para productos de confitería y los componentes implicados en dicho proceso.

**CUADRO No. 11**                      **RESULTADOS DE LA FORMULACIÓN ENTRE PULPA DE MORA - CITRATO DE SODIO - CONCENTRADO DE MANZANA - LECITINA DE SOYA – ACEITE VEGETAL – PULPA DE BANANO Y EDULCORANTES - SABORIZANTE**

<b>Número de Ensayos</b>	<b>% Sacarosa</b>	<b>% Jarabe de Glucosa</b>
1	%S <sub>1-1</sub>	%JG <sub>1-1</sub>
2	%S <sub>1-2</sub>	%JG <sub>1-2</sub>
3	%S <sub>1-3</sub>	%JG <sub>1-3</sub>
4	%S <sub>1-4</sub>	%JG <sub>1-4</sub>
5	%S <sub>1-5</sub>	%JG <sub>1-5</sub>
6	%S <sub>1-6</sub>	%JG <sub>1-6</sub>
7	%S <sub>1-7</sub>	%JG <sub>1-7</sub>
8	%S <sub>1-8</sub>	%JG <sub>1-8</sub>
9	%S <sub>1-9</sub>	%JG <sub>1-9</sub>

El saborizante natural permitió compensar cualquier pérdida en el proceso de elaboración de los elementos que dan las características gustativas a la mora.

### **3.4 ESTUDIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA MEZCLA ANTES DE DESHIDRATAR**

Los resultados expuestos en los CUADROS No. 12, 13 y 14 y los GRÁFICOS No. 13 y 14 se tomaron valorando pH, °Brix, temperatura y viscosidad a largo de las diferentes etapas de mezclado, para finalmente establecer la relación entre la viscosidad y los °Brix.

**CUADRO No. 12 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD, DURANTE LAS ETAPAS INICIALES DE FORMULACIÓN DE CUERO DE FRUTA PREVIA SU DESHIDRATACIÓN.**

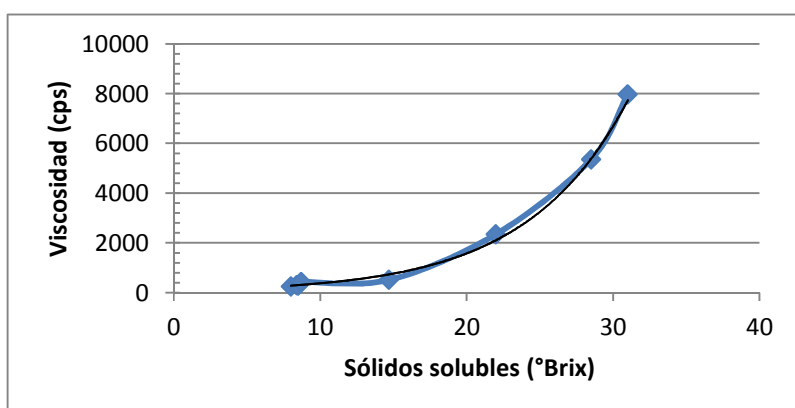
Etapa 1				Etapa 2				Etapa 3			
p H	° T (°C)	°Brix	η (cps)	p H	° T (°C)	°Brix	η (cps)	p H	° T (°C)	°Brix	η (cps)
2,85	20,2	8,0	254,2	3,90	20,2	8,5	291,2	3,83	20,4	8,4	296,4
-----	-----	-----	-----								
-----	-----	-----	-----								
4,18	19,7	22	2352,9	4,18	19,7	22	2352,9	4,18	19,7	22	2353
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3,65	19,4	31,5	7973,2	3,65	19,4	31,5	7973,2	3,65	19,4	31,5	7973,2

**CUADRO No. 13 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD, DURANTE LAS ETAPAS FINALES DE FORMULACIÓN DE CUERO DE FRUTA PREVIA SU DESHIDRATACIÓN.**

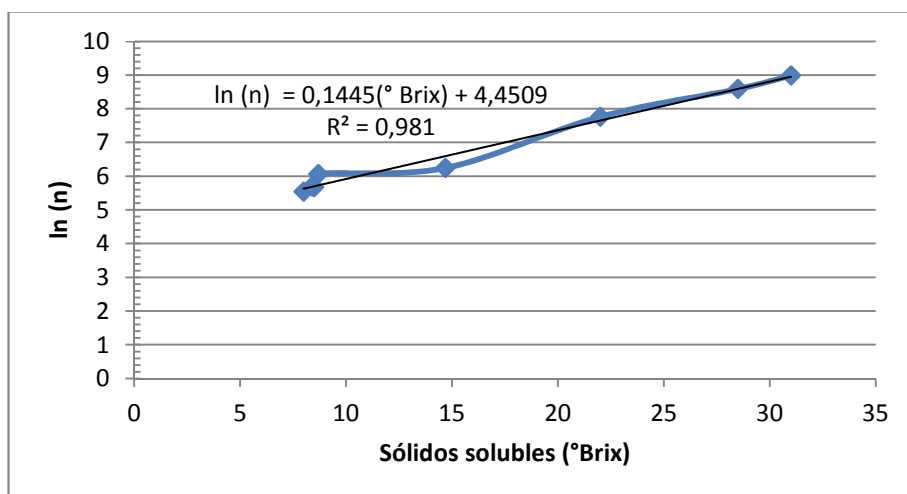
Etapa 4				Etapa 5				Etapa 6			
p H	° T (°C)	°Brix	η (cps)	p H	° T (°C)	°Brix	η (cps)	p H	° T (°C)	°Brix	η (cps)
3,97	20,1	8,7	430,1	3,93	20,6	14,7	514,2	3,75	20,1	28,5	5358,4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----				
3,65	19,4	31,5	7973,2	3,65	19,4	31,5	7973,2				

**CUADRO No. 14 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA VISCOSIDAD Y °BRIX, A LO LARGO DE FORMULACIÓN DE CUERO DE FRUTA PREVIA SU DESHIDRATACIÓN.**

°Brix	n	Ln (n)	Etapa	rpm	Usillo
8,0	254,2	5,5381	1	100	L3
8,5	291,2	5,674	2	100	L3
8,4	296,4	5,6917	3	100	L3
8,7	430,1	6,064	4	60	L3
14,7	514,2	6,2426	5	50	L3
22,0	2352,9	7,7634	1	50	L4
28,5	5358,4	8,5864	6	30	L4



**GRÁFICO No. 13** RELACIÓN ENTRE LA VISCOSIDAD Y ° BRIX DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS Y MEZCLAS DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE FORMULACIÓN DE CUERO DE FRUTA PREVIA A SU DESHIDRATACIÓN.



**GRÁFICO No. 14** LINEALIZACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA VISCOSIDAD Y ° BRIX DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS Y MEZCLAS DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE FORMULACIÓN DE CUERO DE FRUTA PREVIA A SU DESHIDRATACIÓN.

Por medio de la relación entre la viscosidad vs los °Brix expuestos en los CUADROS No. 12 y 13, y los GRÁFICOS No. 13 y 14, de las materias primas, etapas de mezclado y producto antes de deshidratar; más el pH y temperatura que según Alvarado (1996) (1) y Machuca y Yépez (2009) (29) influyen sobre la viscosidad; lo que permitió establecer los parámetros de control de calidad de acuerdo a las necesidades de la empresa. Además en la tabla y los gráficos antes mencionados, se puede observar el comportamiento no Newtoniano de tipo pseudo-plástico por lo expuesto por Alfonso (2010) (37) y que según Alvarado (1996) (1): “los fluidos derivados de frutas poseen y es característico debido a



su complejo sistema de fases físicas y a sus componentes como son los azúcares, agua y fibra principalmente”.

### **3.5 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE FORMULACIONES ANTES DE DESHIDRATAR.**

#### **3.5.1 ANÁLISIS PROXIMAL DE FORMULACIONES ANTES DE DESHIDRATAR.**

Los resultados de la composición proximal de las formulaciones expuestas a continuación en el CUADRO No. 15 y GRÁFICO No. 15 y 16, es tan sólo el resultado de la homogenización de las materias primas pulpa de mora y concentrado de manzana a 3 diferentes proporciones, junto con aditivos en proporciones constantes para dichas formulaciones, no se esperan cambios significativos en su composición química según lo expuesto por Castro K (2011) (5) porque “las materias primas y aditivos no han sido sometidos a ningún proceso térmico o mecánico considerable y al estar controladas las condiciones ambientales de temperatura y humedad”. Los cuales por lógica, según lo expuesto por Ortiz (2008) (61) sólo siguen la regla de la proporción directa, al estar controladas sus condiciones físicas, químicas y ambientales durante la etapa de mezclado. Esto permitirá comparar su composición química, posteriormente con el producto deshidratado.

**CUADRO No. 15**                      **ANÁLISIS PROXIMAL DE 3 FORMULACIONES, CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA (*Rubus glaucus* Benth) Y CONCENTRADO DE MANZANA (*Pyrus malus*).**

<b>Formulación</b>	<b>% H</b>	<b>% C</b>	<b>% P</b>	<b>% Ex. E.</b>	<b>% F</b>	<b>% E.L.n.N</b>
<b>F. 1.</b>	71,11	0,52	0,47	0,75	0,86	26,29
<b>F. 2.</b>	70,37	0,59	0,49	0,76	0,88	26,91
<b>F. 3.</b>	69,85	0,63	0,49	0,74	0,91	27,38

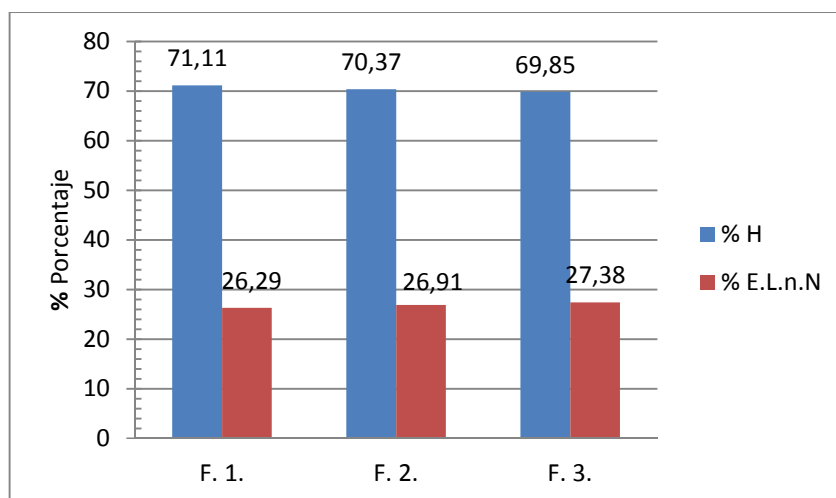


GRÁFICO No. 15

CONTENIDO DE HUMEDAD Y EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO, DE 3 FORMULACIONES, CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

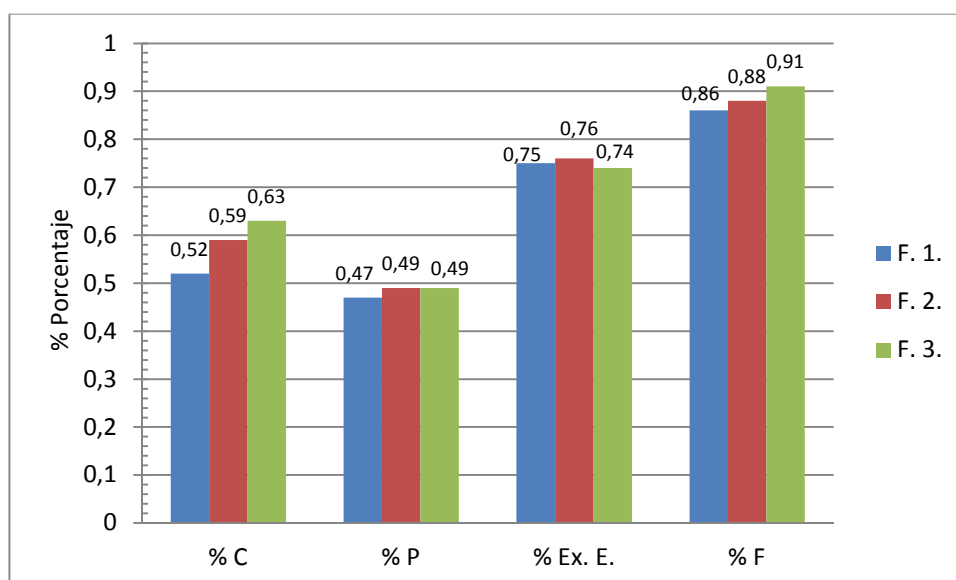


GRÁFICO No. 16

CONTENIDO DE CENIZA, PROTEÍNA, EXTRACTO ETÉREO Y FIBRA, DE 3 FORMULACIONES, CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

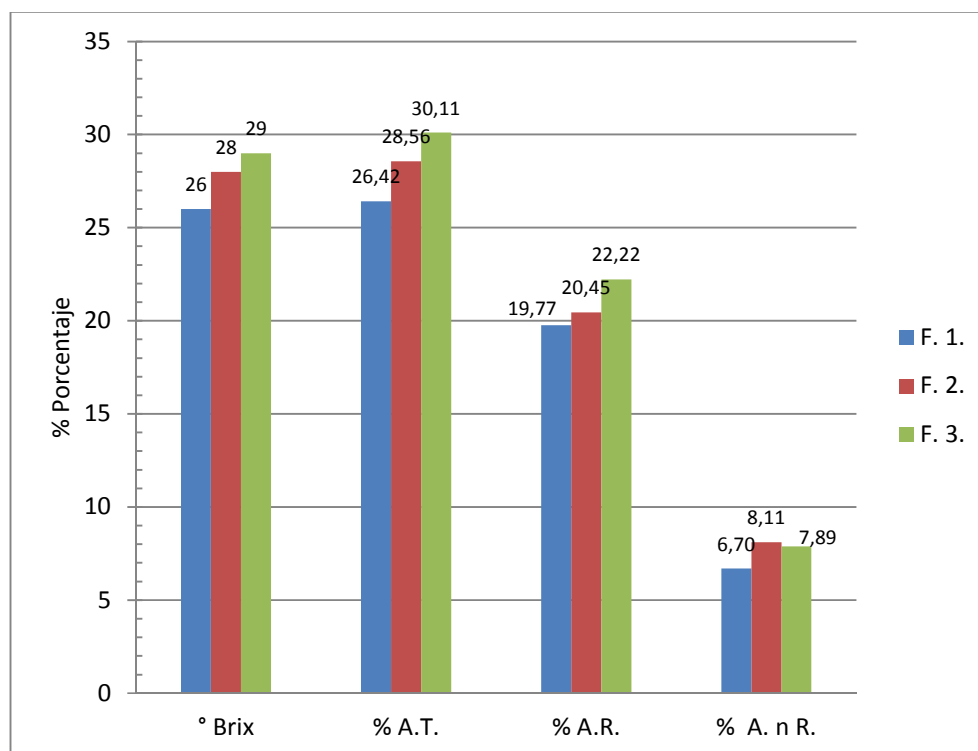
### 3.5.2 ANÁLISIS COMPLEMENTARIO DE FORMULACIONES ANTES DE DESHIDRATAR.

Los resultados del análisis complementario de las formulaciones expuestas a continuación en el CUADRO No. 16 y GRÁFICOS N° 17, 18 y 19, es tan sólo el resultado de la homogenización de las materias primas pulpa de mora y concentrado de

manzana a 3 diferentes proporciones, junto con aditivos en proporciones constantes para dichas formulaciones, cumplen con lo expuesto y analizado anteriormente en 3.5.1 al no haber cambios significativos en su composición química.

**CUADRO No. 16** ANÁLISIS COMPLEMENTARIO DE 3 FORMULACIONES, CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	° Brix	p H	$\rho$ (g/ml)	$\eta$ (cps)	% A	% A.T.	% A.R.	% A.n.R.
F. 1.	26	3,74	1,0404	3669,83	1,71	26,42	19,77	6,70
F. 2.	28	3,85	1,0540	4899,56	1,64	28,56	20,45	8,11
F. 3.	29	3,95	1,0660	5661,25	1,58	30,11	22,22	7,89



**GRÁFICO No. 17** CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES, % AZÚCARES TOTALES, % AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES; DE 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

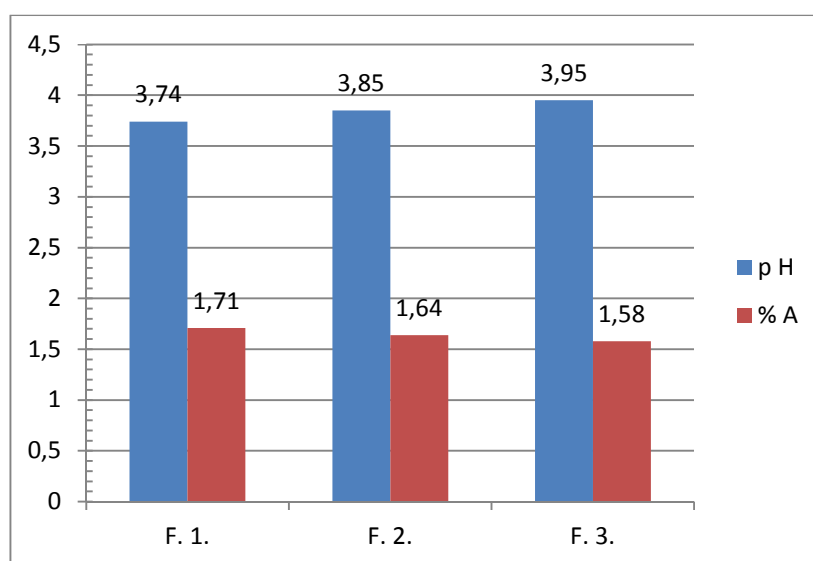


GRÁFICO No. 18

DETERMINACIÓN DE pH Y ACIDEZ TITULABLE; DE 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

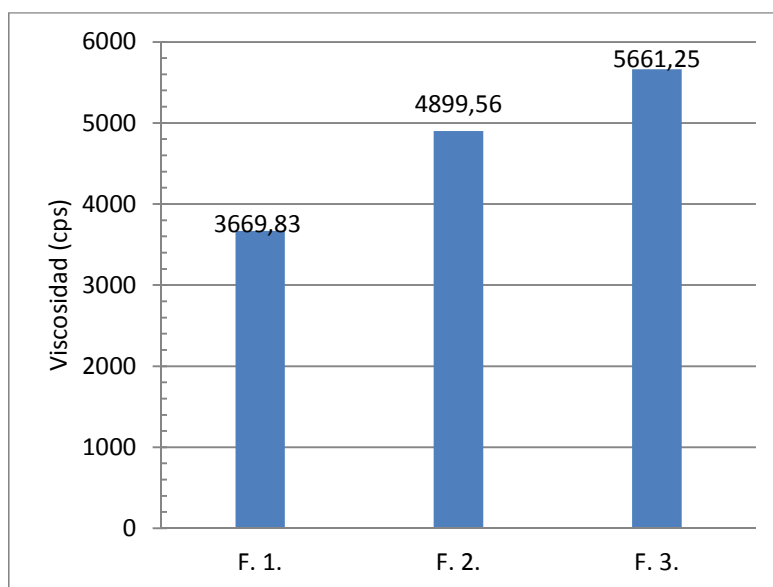


GRÁFICO No. 19

DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD; DE 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

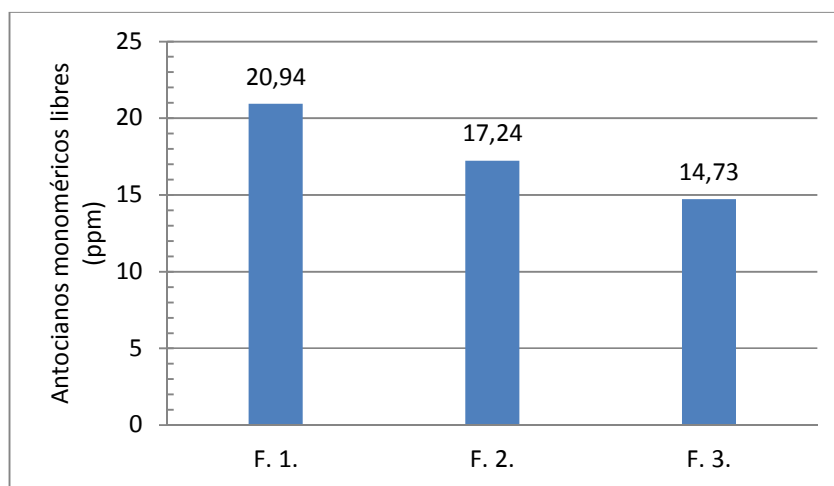
Con respecto a la viscosidad por medio de los resultados expuestos en el CUADRO No. 16 y GRÁFICO No. 17, se comprobó su comportamiento directamente exponencial en cuanto a los °Brix según lo analizado anteriormente en 3.4.

### 3.5.3 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN FENÓLICA DE FORMULACIONES ANTES DE DESHIDRATAR

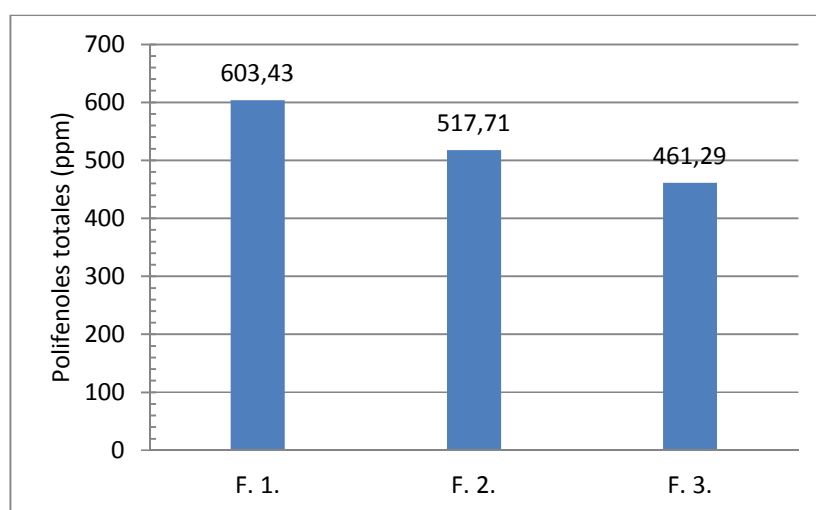
Los resultados del CUADRO No. 17, y GRÁFICOS No. 20 y 21, muestran que aún los componentes más sensibles de nuestro producto como lo son: los antocianos monoméricos libres y polifenoles totales, según lo descrito por Escribano y Salas (2004) (44); cumplen con lo expuesto anteriormente en 3.5.1 al no haber cambios significativos en su composición química.

**CUADRO No. 17** ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN FENÓLICA DE 3 FORMULACIONES, CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	A. M. L. (ppm)	A.M.L. mg/100g	P. F. T. (ppm)	P. F. T. mg/100g
F. 1.	20,94	1,97	603,43	58,00
F. 2.	17,24	1,64	517,71	49,12
F. 3.	14,73	1,38	461,29	43,27



**GRÁFICO No. 20** ANÁLISIS DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES DE 3 FORMULACIONES, CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.



**GRÁFICO No. 21** ANÁLISIS DE POLIFENOLES TOTALES DE 3 FORMULACIONES, CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

### 3.6 DESHIDRATACIÓN

#### 3.6.1 INFLUENCIA DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE CUERO DE FRUTA SOBRE LOS ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES

Se escogió como parámetro de control la Humedad la cual fue del 10% que según la NTE-INEN 2217:2012 (67) para productos de confitería es la humedad máxima que deben tener los “caramelos blandos”; que es una de las denominaciones que adoptaremos, de la norma antes mencionada para nuestro producto porque “cuero de fruta” o “láminas de fruta deshidratada” no está definido como tal, todo esto se fundamenta por lo expresado por Cheftel, J. y Cheftel, H. (1989) (7), Chan y Cavalletto (1986) (4) y en la Definición de Alimentos Codex Alimentarius (2005) (25).

#### 3.6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN

En el CUADRO No. 18 y GRÁFICO No. 22, se pueden apreciar los procesos de deshidratación a diferentes temperaturas como promedio de los resultados de la deshidratación, de las 3 formulaciones, siendo una temperatura diferente aplicada una vez a cada formulación cuyo comportamiento es comparable con lo expuesto por Webb, F

(1996) (16), M.M González y A. Baille (2003) (60), por lo tanto describen de manera adecuada el proceso de deshidratación con la relación %Humedad vs tiempo.

**CUADRO No. 18** PROCESO DE DESHIDRATACIÓN APLICADO A 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

t (min)	%H (46 °C)	%H (57 °C)	%H (71 °C)
0	70	70	70
15	-----	57	-----
20	-----	-----	52
30	58	52	-----
40	-----	-----	39
46	-----	48	-----
60	52	36	32
75	-----	30	-----
80	-----	-----	28
90	38	26	-----
100	-----	-----	18
120	36	22	-----
130	-----	-----	12
150	30	14	-----
170	-----	12	10
180	26	-----	-----
210	22	10	-----
240	18	-----	-----
270	12	-----	-----
300	10	-----	-----
330	8	-----	-----

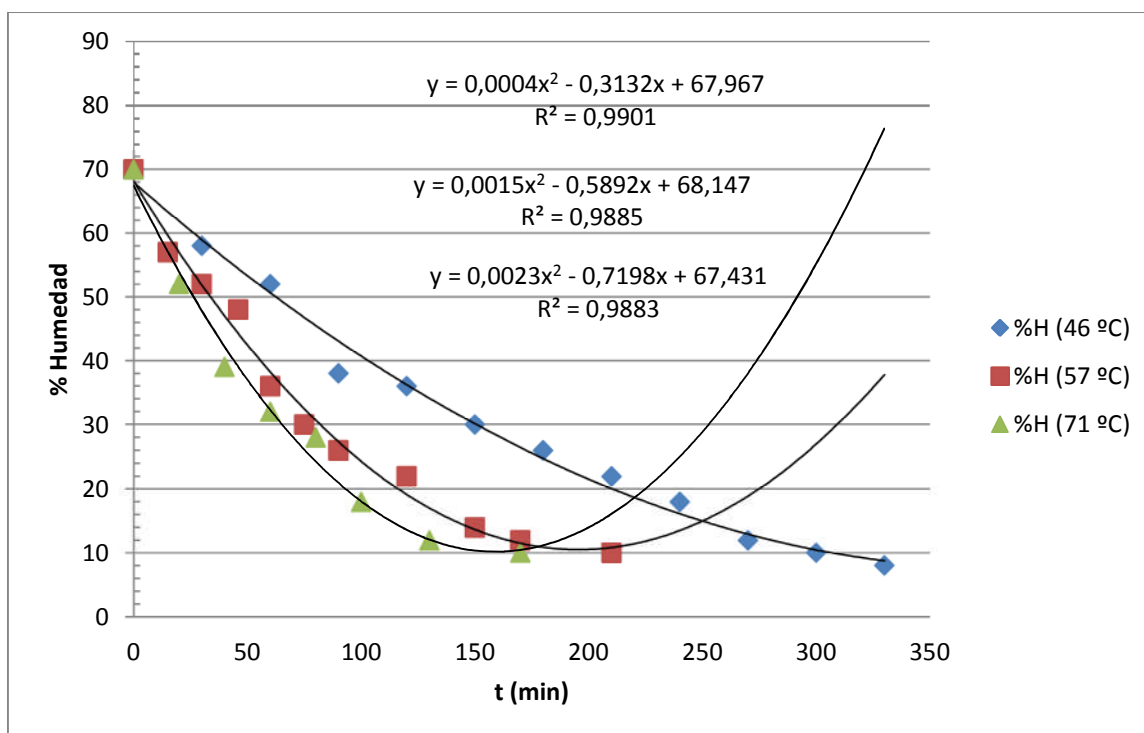


GRÁFICO No. 22

CURVAS DE DESHIDRATACIÓN APLICADO A 3 FORMULACIONES CON PROPORCIONES DIFERENTES DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*, CON 3 TEMPERATURAS 46 °C, 57 °C Y 71 °C.

### 3.6.3 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

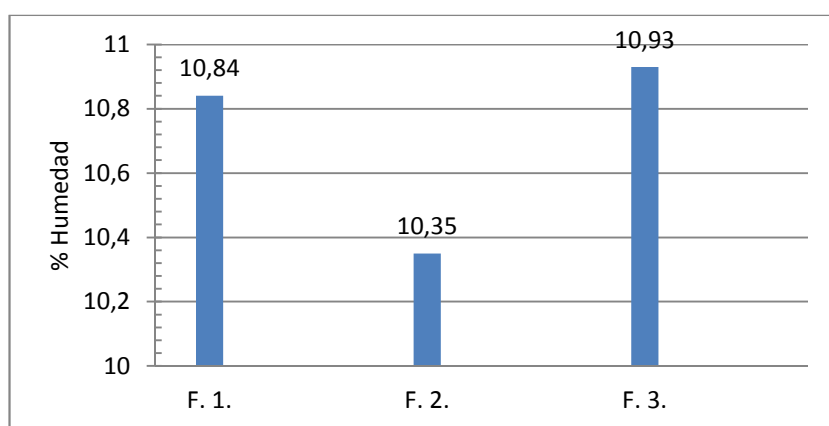
Los resultados expuestos en el CUADRO No. 19 y GRÁFICO N° 23 son la medición de la humedad de los productos deshidratados que nos permiten comprobar el % de humedad.

CUADRO No. 19

CONTENIDO DE %HUMEDAD, DESPUÉS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN APLICADO A 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	%H
F. 1.	10,84
F. 2.	10,35
F. 3.	10,93





**GRÁFICO No. 23**      **CONTENIDO DE %HUMEDAD, DESPUÉS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN APLICADO A 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.**

#### 3.6.4 DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES

Los resultados expuestos en el CUADRO No. 20 y GRÁFICOS No. 24 y 25, no son comparables a los obtenidos por Salvatierra (2011) (52) y Gorriti A, Quispe F, Arroyo J, Córdova A, Jurado B, Santiago I, Taype E (2009) (44) debido a que son pigmentos y compuestos fenólicos altamente sensibles según Primo-Yúfera (1979) (17) a los procesos térmicos, O<sub>2</sub>, pH, etc; que caracterizan a la mora por lo expuesto según Wu et al (2005) (52); por lo tanto son determinantes en el color, que es un atributo de calidad del producto que se está elaborando.

CUADRO No. 20

CONTENIDO DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES DE 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*, APLICANDO 3 PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN.

Formulación	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	AML (ppm)	PFT (ppm)
F.1.	46	300	24,94	1086,18
F.1.	57	210	38,22	1321,51
F.1.	71	170	37,64	1354,25
F.2.	46	300	23,58	893,05
F.2.	57	210	30,61	1089,78
F.2.	71	170	28,89	1154,79
F.3.	46	300	21,09	853,39
F.3.	57	210	25,04	1007,14
F.3.	71	170	23,66	1023,21

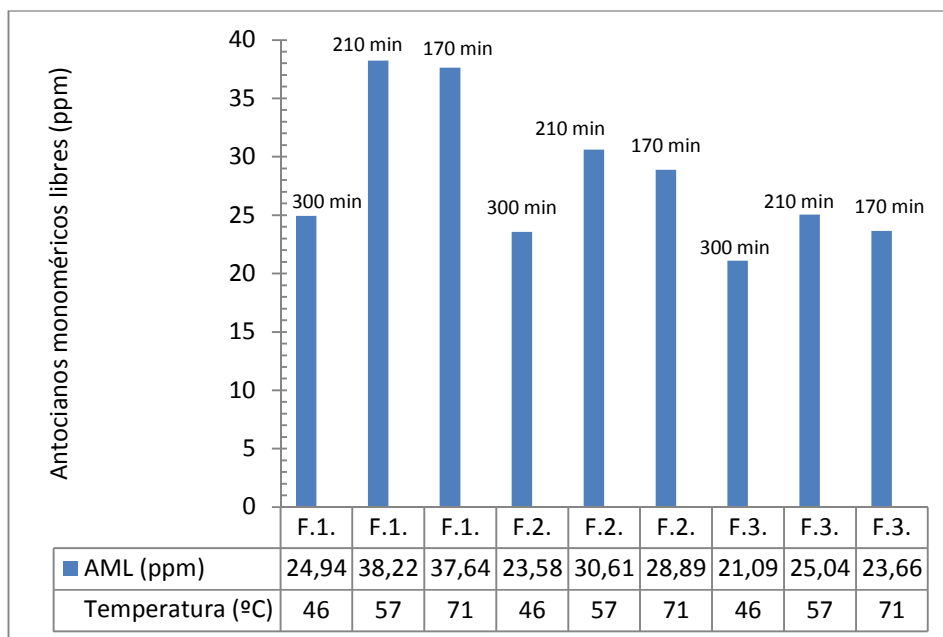
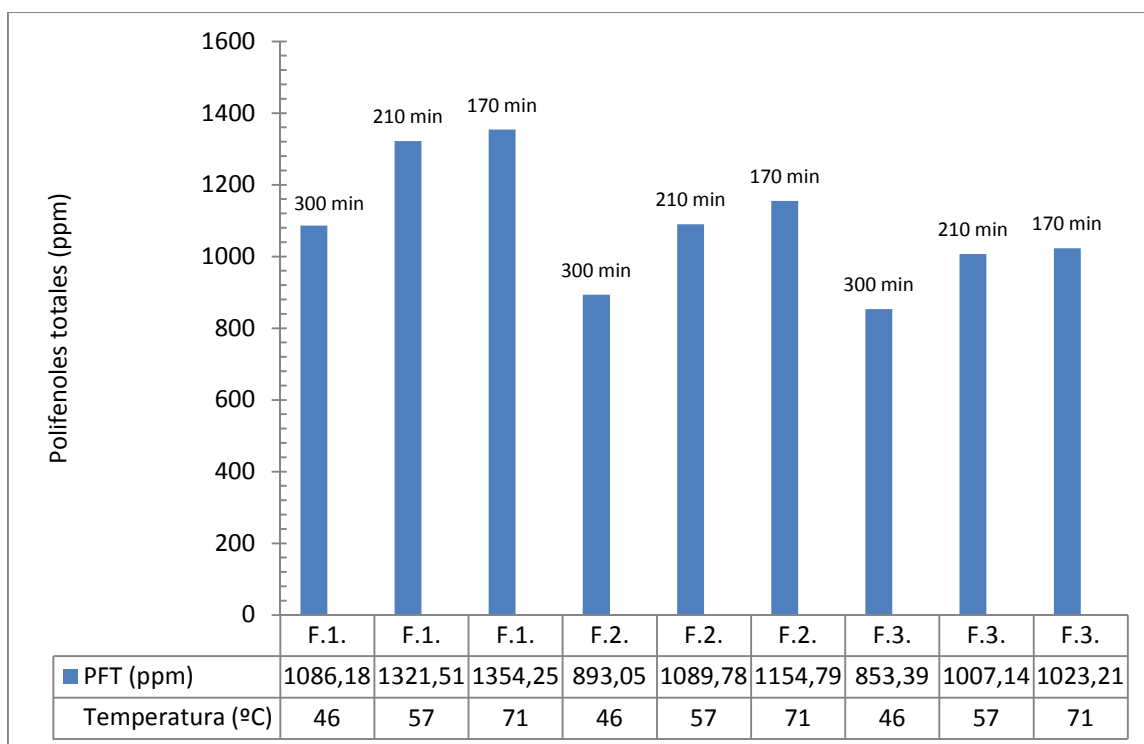


GRÁFICO No. 24

CONTENIDO DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS, 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*, APLICANDO 3 PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN.



**GRÁFICO No. 25**

**CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES, 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*, APLICANDO 3 PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN.**

### 3.6.5 PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN DE ANTOCIANOS MONÉRICOS LIBRES Y DE POLIFENOLES TOTALES.

Los resultados obtenidos de la degradación de compuestos fenólicos se observan en los CUADROS N° 21 y 22, los cuales fundamentan lo antes analizado 3.2.3, debido a que por el proceso de deshidratación simplemente deberían concentrarse los componentes según Castro (2011) (5) pero debido a lo expuesto por Queiroz (2002) (45) se degradarán en un porcentaje debido a su sensibilidad y reactividad.

El comportamiento químico que se aprecia, en los resultados expuestos en los CUADROS No. 21 y 22, justifica lo descrito por Soria y Aldaz (2011) (39) y Sandoval (2012) (38) los cuales demuestran la alta reactividad de los compuestos fenólicos; como lo son los flavonoides justifican que se degraden en un porcentaje pero no en su totalidad.

**CUADRO No. 21** PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN DE POLIFENOLES FENOLES, DE 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*, APLICANDO 3 PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN.

Formulación	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	AML <sub>P</sub> (ppm) Teórico	AML <sub>P</sub> (ppm)	% Deg.	PFT <sub>P</sub> (ppm) Teórico	PFT <sub>P</sub> (ppm)	% Deg.
F.1.	46	300	52,35	24,94	52,36	1508,58	1086,18	28,00
F.1.	57	210	52,35	38,22	26,99	1508,58	1321,51	12,40
F.1.	71	170	52,35	37,64	28,10	1508,58	1354,25	10,23
F.2.	46	300	43,10	23,58	45,29	1294,28	893,05	31,00
F.2.	57	210	43,10	30,61	28,98	1294,28	1089,78	15,80
F.2.	71	170	43,10	28,89	32,97	1294,28	1154,79	10,78
F.3.	46	300	36,83	21,09	42,74	1153,23	853,39	26,00
F.3.	57	210	36,83	25,04	32,01	1153,23	1007,14	12,67
F.3.	71	170	36,83	23,66	35,76	1153,23	1023,21	11,27

**CUADRO No. 22** PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES. DE 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*, POR PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN.

Compuesto	%Deg. 46 °C	%Deg. 57 °C	%Deg. 71 °C
Antocianos monoméricos libres	46,80	29,33	32,28
Polifenoles totales	28,33	13,62	10,76

Con los resultados obtenidos se concluyó que el mejor proceso para la fabricación de cuero de fruta es deshidratar 2h50min a 71 °C, debido a que el porcentaje de degradación de polifenoles totales, es menor esto implica que será más nutracéutico porque según Ronald (1997) (14) y Heinerman (1997) (24) los compuestos fenólicos tienen una alta actividad antioxidante, anti-inflamatoria, etc.

### 3.7 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE CUERO DE FRUTA

#### 3.7.1 ANÁLISIS PROXIMAL DE CUERO DE FRUTA

Los resultados del análisis proximal de cuero de fruta se encuentran en el CUADRO No. 23 y GRÁFICOS No 26 y 27.

CUADRO No. 23

ANÁLISIS PROXIMAL DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	% H	% C	% P	% Ex. E.	% F	% E.L.n.N
F. 1.	10,84	1,61	1,16	1,91	2,16	82,32
F. 2.	10,35	1,41	1,24	1,93	2,2	82,87
F. 3.	10,93	1,25	1,2	1,79	2,23	82,6

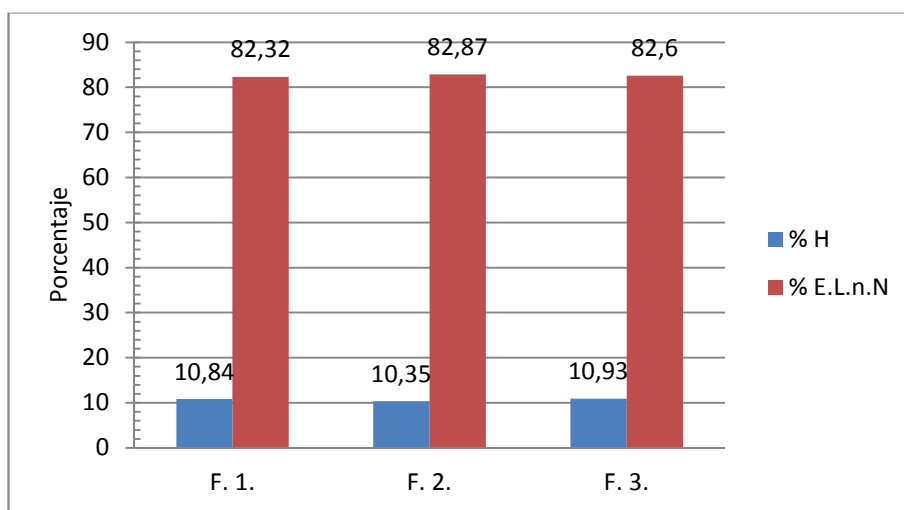


GRÁFICO No. 26

CONTENIDO DE HUMEDAD Y EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

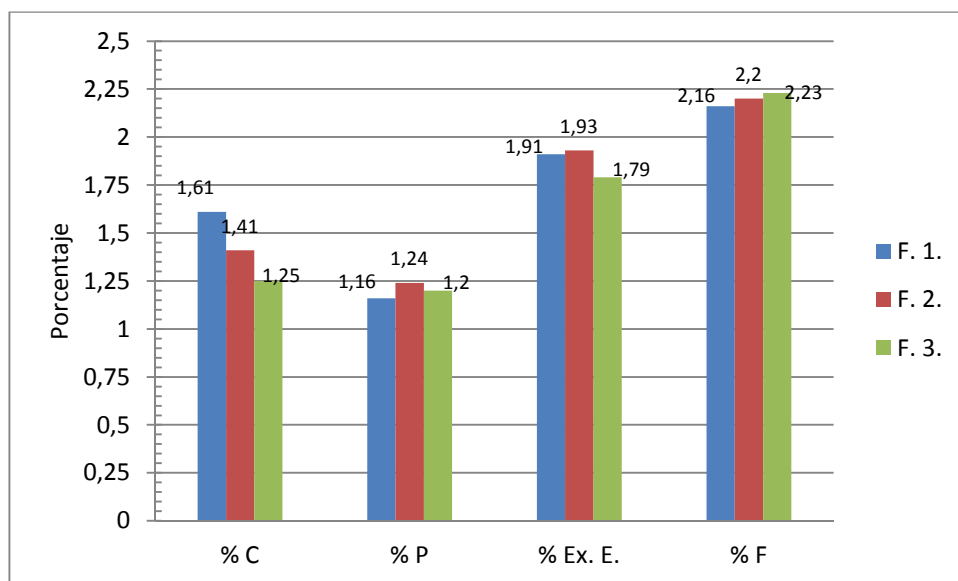


GRÁFICO No. 27

CONTENIDO DE CENIZA, PROTEÍNA, EXTRACTO ETÉREO Y FIBRA DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Los resultados de humedad que se muestran en el CUADRO No. 23 y GRÁFICOS No. 26 y 27, son comparables con lo especificado en la NTE-INEN 2217:2012 (67) debido a que se asumió este parámetro como un indicador en la fabricación de cuero de fruta según la gran recopilación de investigaciones acerca del tema realizada y expuesta por Quintero et al (2009) (72); mientras que los resultados de ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra siguen una relación inversamente proporcional en función de la humedad debido a lo manifestado por Webb (1966) (16) y Cañizares et al (2007) (27).

### 3.7.2 DETERMINACIÓN DEL VALOR CALÓRICO DE CUERO DE FRUTA

**CUADRO No. 24** CÁLULO DEL VALOR CALÓRICO DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	% P	% Ex. E.	% E.L.n.N	Valor calórico Kcal/g
F. 1.	1,16	1,91	82,32	351,11
F. 2.	1,24	1,93	82,87	353,81
F. 3.	1,2	1,79	82,6	351,31

### 3.7.3 ANÁLISIS COMPLEMENTARIO DE CUERO DE FRUTA

Los resultados del análisis complementario de cuero de fruta se encuentran en el CUADRO No. 25 y GRÁFICOS No. 28 y 29.

**CUADRO No. 25** ANÁLISIS COMPLEMENTARIO DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth) Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	p H	% A	% A.T.	% A.R.	% A. n R.
F. 1.	3,86	1,93	79,70	54,65	25,05
F. 2.	3,99	1,76	80,28	56,19	24,09
F. 3.	4,00	1,67	80,43	63,91	16,52

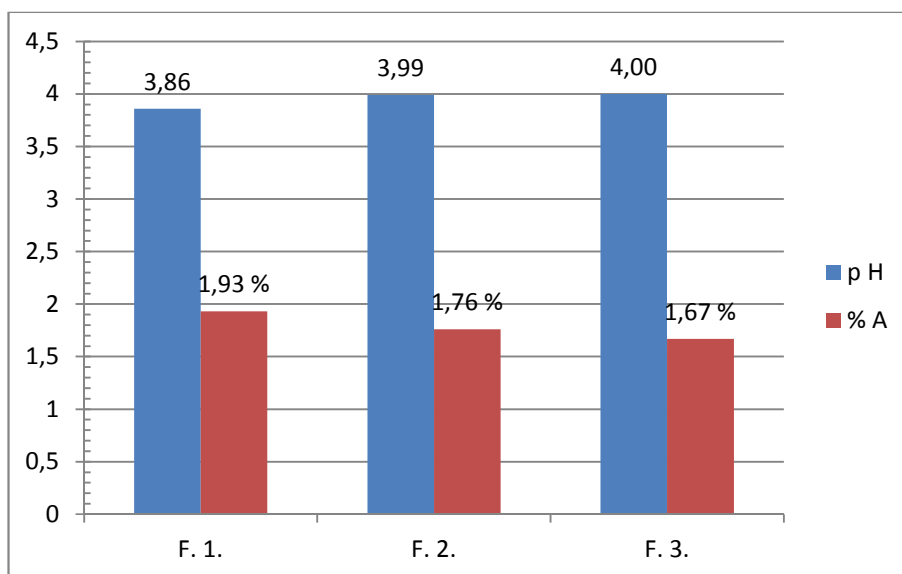


GRÁFICO No. 28

ANÁLISIS DE pH Y ACIDEZ TITULABLE DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

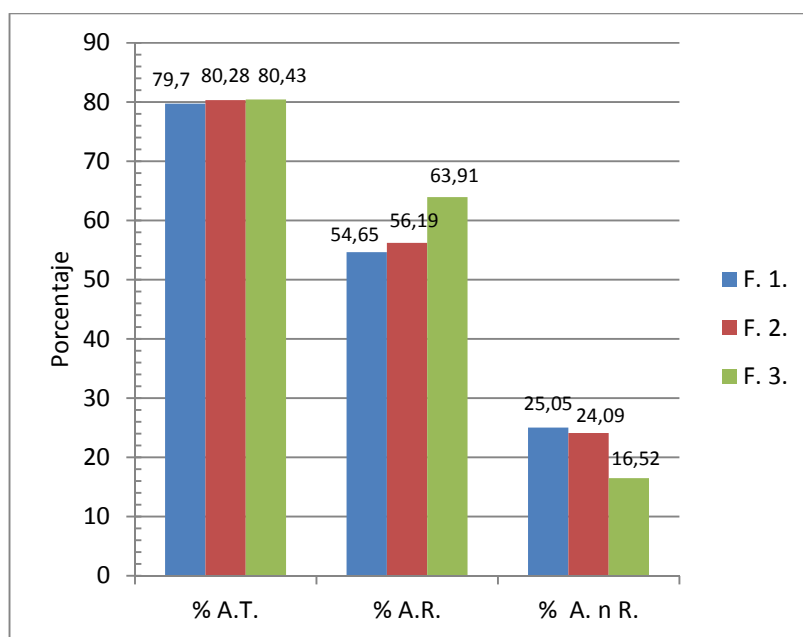


GRÁFICO No. 29

CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES Y REDUCTORES DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

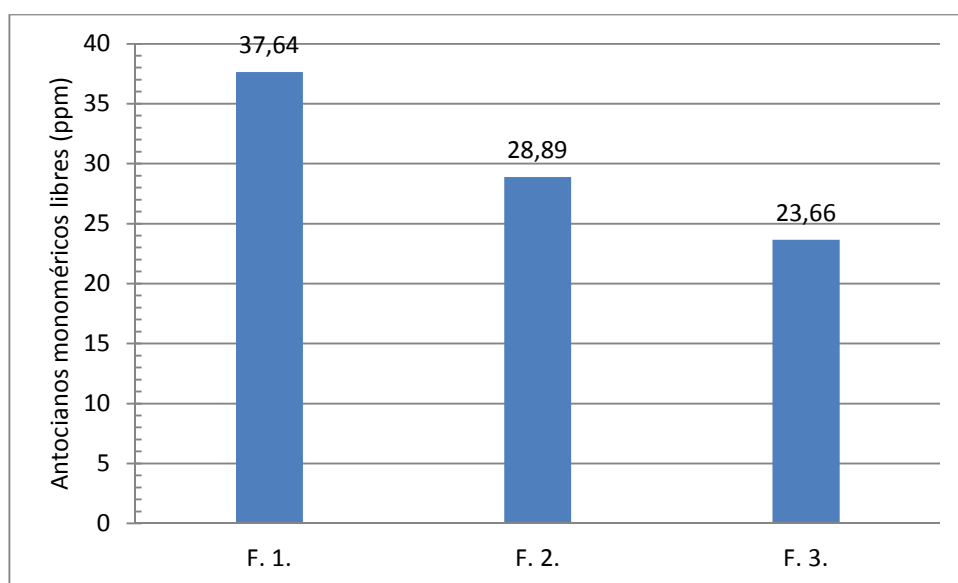
Los resultados de pH, acidez y azúcares totales que se muestran en el CUADRO No. 25 y GRÁFICOS No. 28 y 29, siguen una relación inversamente proporcional en función de la humedad debido a lo manifestado por Webb (1966) (16) y Cañizares et al (2007) (27). Siendo comparables los resultados de azúcares totales y reductores (sacarosa) con lo

especificado en la NTE-INEN 2217:2012 (67) en lo concerniente al contenido de sacarosa en la tabla 2 y contenido de azúcares totales en la tabla 7.

### 3.7.4 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA DE CUERO DE FRUTA

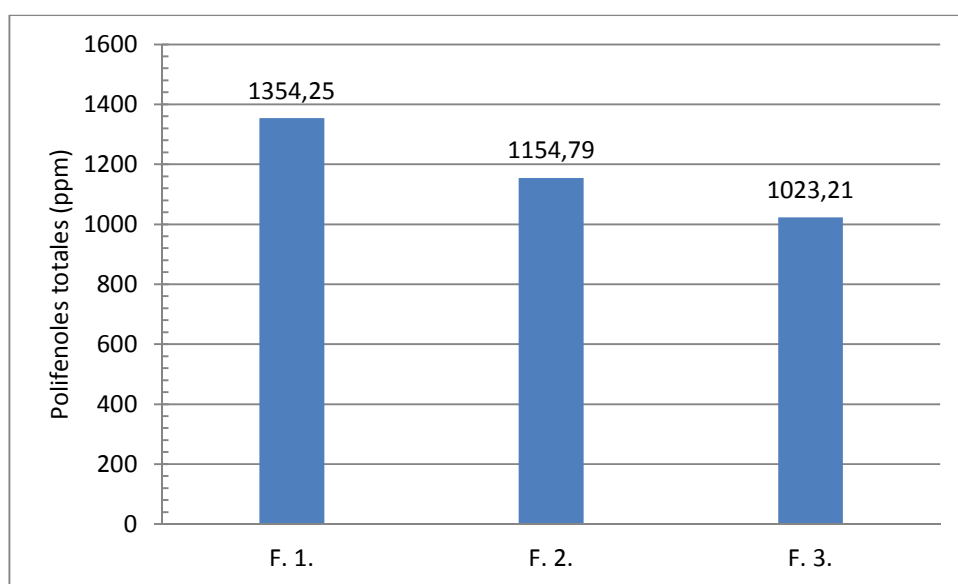
**CUADRO No. 26** ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA, DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	A. M. L. (ppm)	A.M.L. mg/100g	P. F. T. (ppm)	P. F. T. mg/100g
F. 1.	37,64	15,05	1354,25	541,7
F. 2.	28,89	11,11	1154,79	444,15
F. 3.	23,66	8,76	1023,21	378,96



**GRÁFICO No. 30** CONTENIDO DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.





**GRÁFICO No. 31**

**CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.**

Los resultados del contenido de antocianos monoméricos libres y polifenoles totales que se aprecian en el CUADRO No. 26 y GRÁFICOS No. 30 y 31, fueron analizados anteriormente en 3.6.4.

### **3.8 DETERMINACIÓN DE LA INOCUIDAD DE CUERO DE FRUTA**

#### **3.8.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIAS PRIMAS**

Los certificados de BPM e ISO 22000 con los que cuenta Frozen Tropic se muestran en los (Anexos 4 y 5); lo que garantiza la inocuidad de las materias primas, además en los CUADROS No. 27, 28 y 29, se indican los análisis microbiológicos de cada una de las materias primas que se utilizaron para la elaboración de este producto, las cuales cumplen los requerimientos microbiológicos según la NTE-INEN 2337:2008 (68).

**CUADRO No. 27 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth.**

<b>Análisis</b>	<b>Tipo de Reporte</b>	<b>Resultados</b>
Recuento de Mesófilos aerobios (*)	UFC/ml	1 x 10
Coliformes totales (**)	NMP/ml	< 3
<i>Escherichia coli</i> (**)	NMP/ml	< 3
Investigación de <i>Salmonella spp.</i>	Ausencia/Presencia	Ausencia
Investigación de <i>Staphylococcus aureus</i> (***)	UFC/ml	< 10
Recuentos de mohos (****)	UFC/ml	< 10
Recuentos de levaduras (****)	UFC/ml	< 10

**CUADRO No. 28 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.**

<b>Análisis</b>	<b>Tipo de Reporte</b>	<b>Resultados</b>
Recuento total	UFC/g	< 10
Recuento total de Hongos y Levaduras	UFC/g	< 10
Lactobacilus	UFC/g	< 1

**CUADRO No. 29 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PULPA DE BANANO *Musa paradisiaca*.**

<b>Análisis</b>	<b>Tipo de Reporte</b>	<b>Resultados</b>
Recuento de Mesófilos aerobios (*)	UFC/ml	< 1
Coliformes totales (**)	NMP/ml	Ausencia
<i>Escherichia coli</i> (**)	NMP/ml	Ausencia
Investigación de <i>Salmonella spp.</i>	Ausencia/Presencia	Ausencia
Investigación de <i>Staphylococcus aureus</i> (***)	UFC/ml	Ausencia
Recuentos de mohos (****)	UFC/ml	< 1
Recuentos de levaduras (****)	UFC/ml	< 1

### 3.8.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE CUERO DE FRUTA

En el CUADRO No. 30 se puede observar los resultados del análisis microbiológico de cuero de las tres formulaciones el cual para dichos deshidratados son los mismos y además comparables con la NTE-INEN 2217:2012 (67).

**CUADRO No. 30** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE CUERO DE FRUTA, DE 3 FORMULACIONES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulaciones	Análisis	Tipo de Reporte	Resultados
F.1.	NMP Coliformes fecales	NMP/g	< 3 (Ausencia)
F.2.	Mohos y Levaduras	UFC/g	< 10 (Ausencia)
F.3.	<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	< 10 (Ausencia)

### 3.9 ANÁLISIS SENSORIAL DE CUERO DE FRUTA

Los resultados expuestos en los CUADROS No. 31 al 39 y GRÁFICOS No. 32 al 40 muestran la descripción de las características sensoriales y organolépticas de cuero de fruta realizado a 15 niños y 15 niñas, dichas características están en función de las proporciones de mora y manzana.

#### 3.9.1 CALIFICACIÓN DE COLOR Y OLOR.

Mediante el siguiente ítem se calificó color y olor.

- **Identifica según tu criterio el Color y Olor que tiene el producto.**

Los resultados expuestos en los CUADROS No. 31 y 32 y GRÁFICOS No. 32 y 33, muestran que el color rojo o rojo-vino característico de la mora se encuentra en aquellas formulaciones en que su porcentaje es mayor al X% que en aquellas que son menores a este valor. Esto se evidencia además en los resultados de olor puesto que un aroma frutal se encuentra en aquellas formulaciones con el porcentaje antes mencionado.

**CUADRO No. 31** ANÁLISIS SENSORIAL DE COLOR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad	F	M	%	F	M	%	F	M	%
Color									
Rojo	12	13	83	7	7	47	8	11	63
Rojo-Vino	-	-	-	6	7	43	5	4	30
Vino	3	2	17	2	1	10	2	-	7
Total		30	100		30	100		30	100

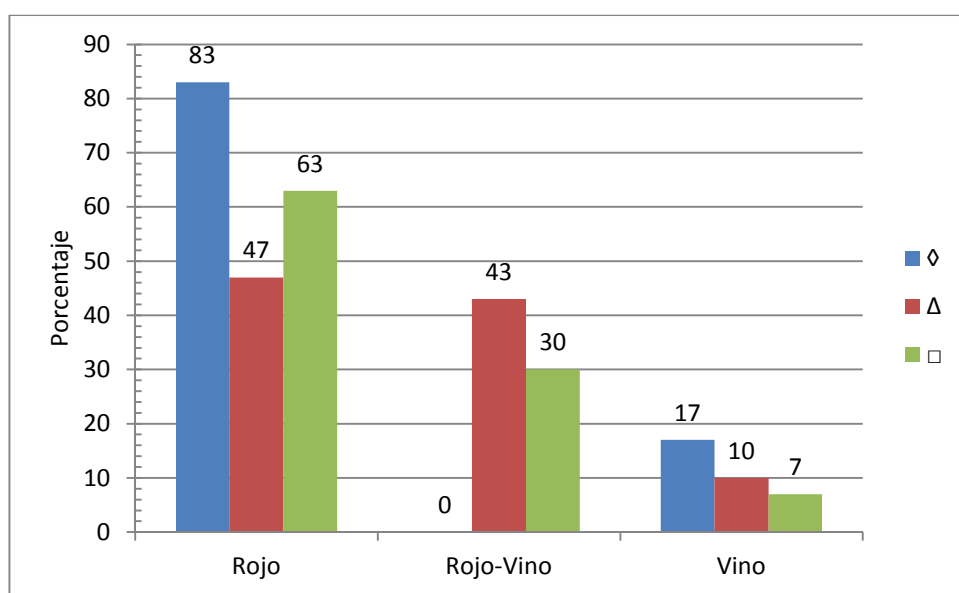


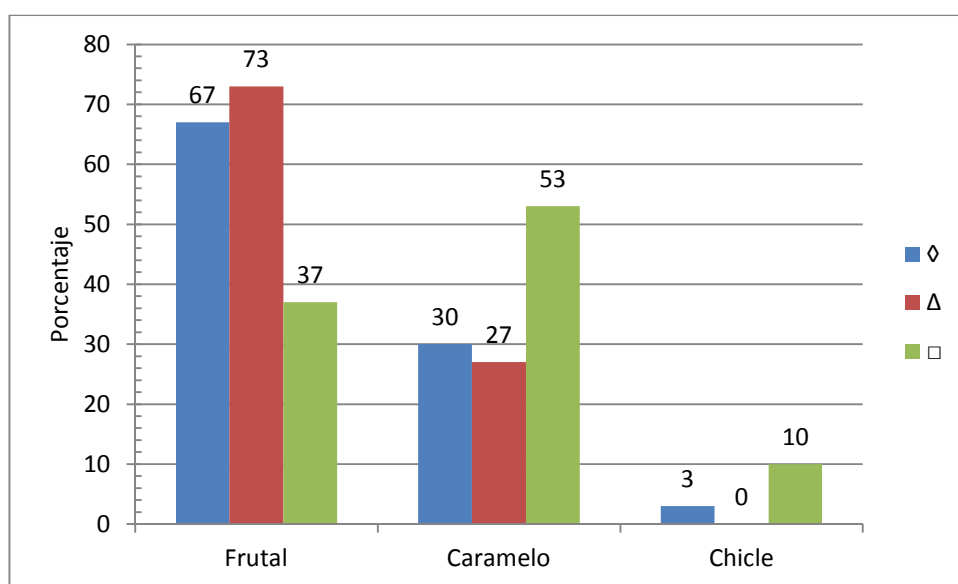
GRÁFICO No. 32

ANÁLISIS SENSORIAL DE COLOR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

CUADRO No. 32

ANÁLISIS SENSORIAL DE OLOR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación		1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad		F	M	%	F	M	%	F	M	%
Olor	Frutal	10	10	67	13	9	73	5	6	37
	Caramelo	4	5	30	2	6	27	7	9	53
	Chicle	1	-	3	-	-	-	3	-	10
Total		30		100	30		100	30		100



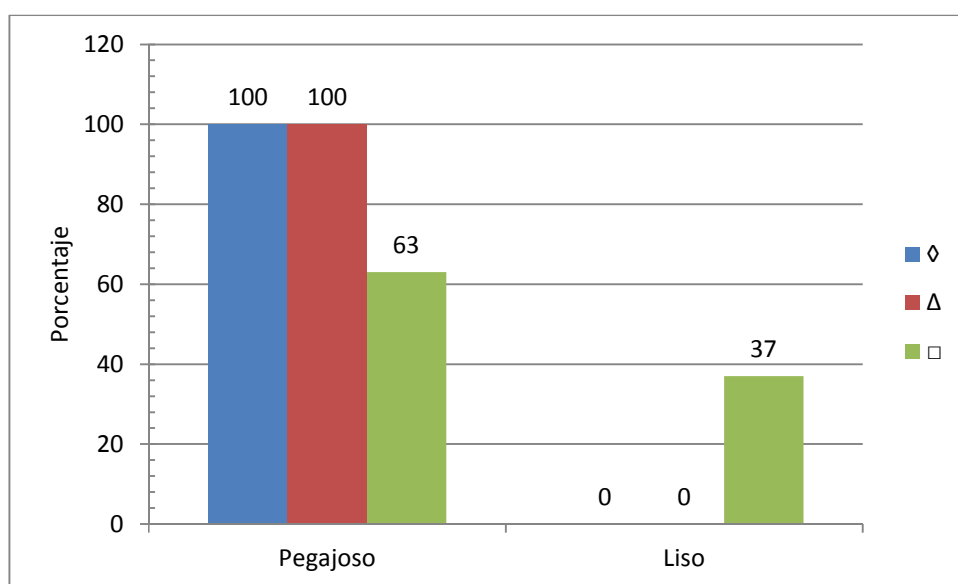
**GRÁFICO No. 33** ANÁLISIS SENSORIAL DE OLOR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

### 3.9.2 CALIFICACIÓN DE TEXTURA POR TACTO CON EL PRODUCTO

➤ **Califica la Textura con tus dedos manipulando la superficie del producto.**

**CUADRO No. 33** ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SUPERFICIE DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación		1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad		F	M	%	F	M	%	F	M	%
Textura	Pegajoso	15	15	100	15	15	100	8	11	63
	Liso	-	-	-	-	-	-	7	4	37
Total		30			30			30		
		100			100			100		



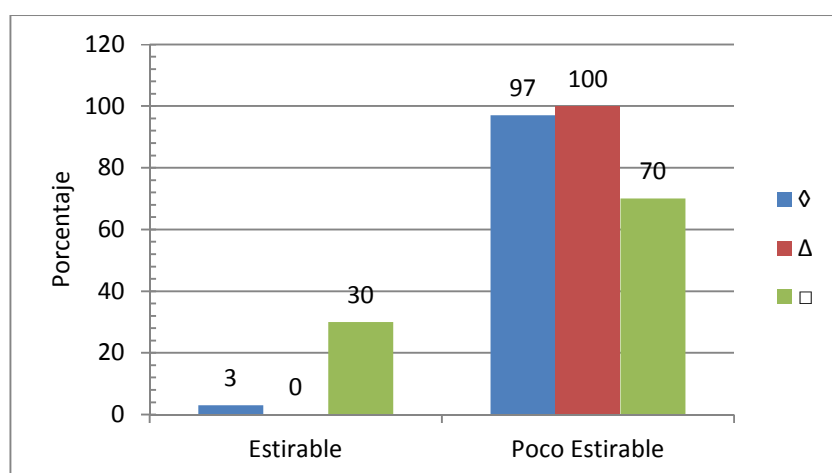
**GRÁFICO No. 34** ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SUPERFICIE DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Los resultados de textura que se aprecian en el CUADRO No. 33 y GRÁFICO No. 34 revelan que los componentes responsables de la pegajosidad son los azúcares según lo expuesto por Cheftel, J. y Cheftel, H. (1989) (7) que se hallan en mayor concentración en cuero de fruta.

➤ **Califica la Textura estirando el producto por sus extremos sin romperlo.**

**CUADRO No. 34** ANÁLISIS SENSORIAL DE LA TEXTURA ANTES DE INGERIR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación		1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad		F	M	%	F	M	%	F	M	%
Textura	Estirable	1	-	3	-	-	-	3	6	30
	Poco Estirable	14	15	97	15	15	100	12	9	70
	Total	30			30			30		



**GRÁFICO No. 35** ANÁLISIS SENSORIAL DE LA TEXTURA ANTES DE INGERIR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Los resultados de textura que se aprecian en el CUADRO No. 34 y GRÁFICO No. 35 revelan que los componentes responsables de sea poco estirable o no sea muy elástico, son la fibra según lo expuesto por Primo-Yúfera (1979) (17) que se hallan en mayor concentración en la formulación Δ en cuero de fruta según lo expuesto anteriormente.

### 3.9.3 CALIFICACIÓN DE SABOR

#### ➤ El producto ¿A qué fruta te sabe?

**CUADRO No. 35** ANÁLISIS SENSORIAL DEL SABOR RELACIONADO A UNA FRUTA DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación		1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad		F	M	%	F	M	%	F	M	%
Sabor	Mora	12	8	67	10	11	70	9	8	57
	Frutilla	1	-	3	-	-	-	2	-	7
	Frambuesa	-	-	-	1	-	3	-	-	-
	Guayaba	1	7	27	2	3	17	4	5	30
	Pasa	-	-	-	-	1	3	-	1	3
	Tamarindo	1	-	3	1	-	3	1	-	3
	Limón	-	-	-	1	-	3	-	-	-
Total		30		100	30		100	30		100

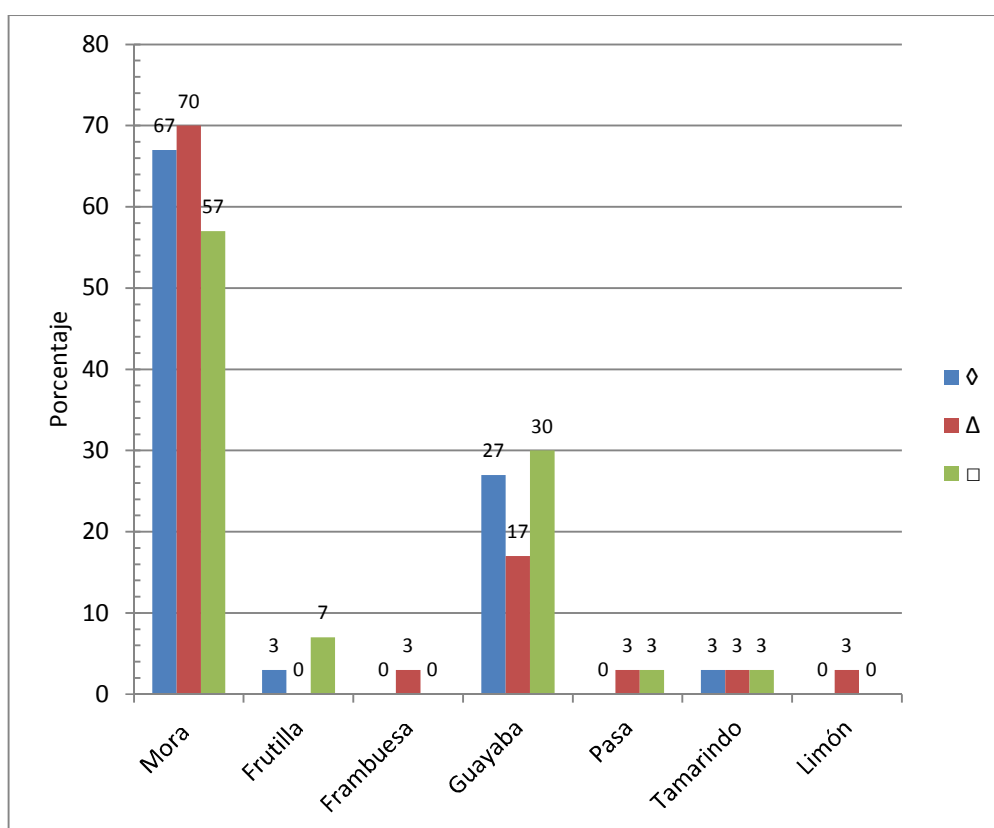


GRÁFICO No. 36

ANÁLISIS SENSORIAL DEL SABOR RELACIONADO A UNA FRUTA DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

➤ Selecciona una de las opciones de Sabor:

CUADRO No. 36

ANÁLISIS SENSORIAL DE SABOR RELACIONADO CON EL GRADO "DULCE" O "ÁCIDO" DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación		1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad		F	M	%	F	M	%	F	M	%
Sabor	Muy Ácido	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ácido	-	-	-	4	1	17	-	-	-
	Ácido y Dulce	11	5	53	10	9	63	3	2	17
	Dulce	4	8	40	1	4	17	8	5	43
	Muy Dulce	-	2	7	-	1	3	4	8	40
Total		30			30			30		



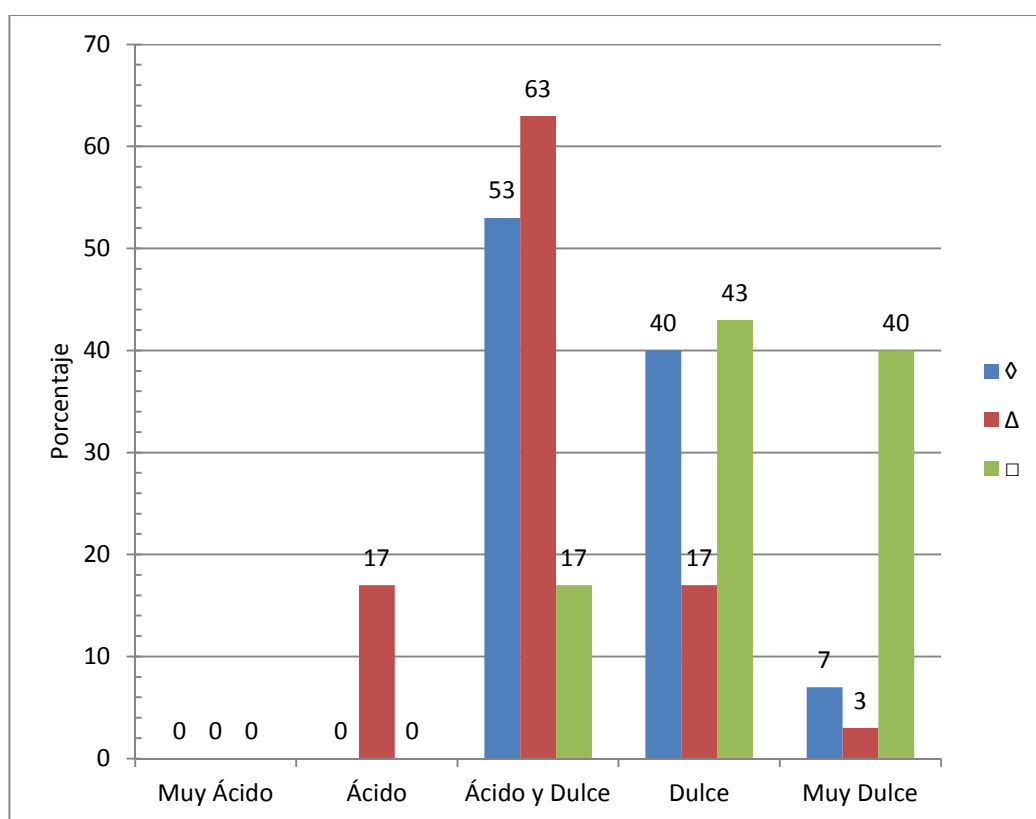


GRÁFICO No. 37

**ANÁLISIS SENSORIAL DEL SABOR RELACIONADO CON EL GRADO “DULCE” O “ÁCIDO” DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.**

Los resultados que se observan en los CUADROS No. 35 y 36 y GRÁFICOS N° 36 y 37, revelan que ha una proporción no mayor al 40% de mora, al mezclarse con las otras materias primas y aditivos; se obtiene el sabor de dicha fruta que según Salvatierra (2011) (52) y Arcos (2010) (42) por los componentes que posee la mora su sabor es ácido y dulce.

#### 3.9.4 CALIFICACIÓN DE TEXTURA DEPUÉS DE INGERIR EL PRODUCTO

- **Califica la Textura después de ingerir con una de las opciones:**

CUADRO No. 37

ANÁLISIS SENSORIAL DE LA TEXTURA DESPUÉS DE INGERIR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación	1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad	F	M	%	F	M	%	F	M	%
Suave - Chicloso	13	7	67	11	8	63	14	7	70
Textura Blando	-	1	3	-	-	-	-	1	3
Duro	2	7	30	4	7	37	1	7	27
Total	30	100	30	100	30	100	30	100	

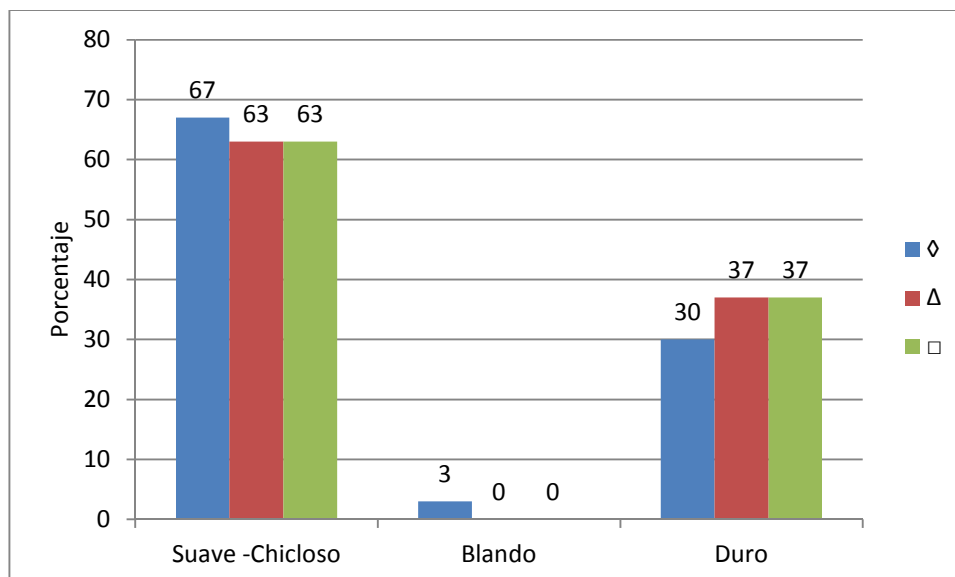


GRÁFICO No. 38

ANÁLISIS SENSORIAL DE LA TEXTURA DESPUÉS DE INGERIR DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES POPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Los resultados de textura que se aprecian en el CUADRO No. 37 y GRÁFICO No. 38 revelan que los componentes responsables de sea poco estirable o no sea muy elástico, son la fibra según lo expuesto por Primo-Yúfera (1979) (17) que se hallan en mayor concentración en la formulación Δ en cuero de fruta según lo expuesto anteriormente.

### 3.9.5 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE MAYOR ACEPTABILIDAD

- **Califica los productos que degustaste según tu Criterio con una de las opciones:**

CUADRO No. 38

ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Formulación		1 / ◇			2 / Δ			3 / □		
Atributos de Calidad		F	M	%	F	M	%	F	M	%
Aceptabilidad	Me gusta	7	11	60	9	2	37	4	2	20
	Ni me gusta, ni me disgusta	8	4	40	6	13	63	11	13	80
	Me disgusta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		30			100			30		

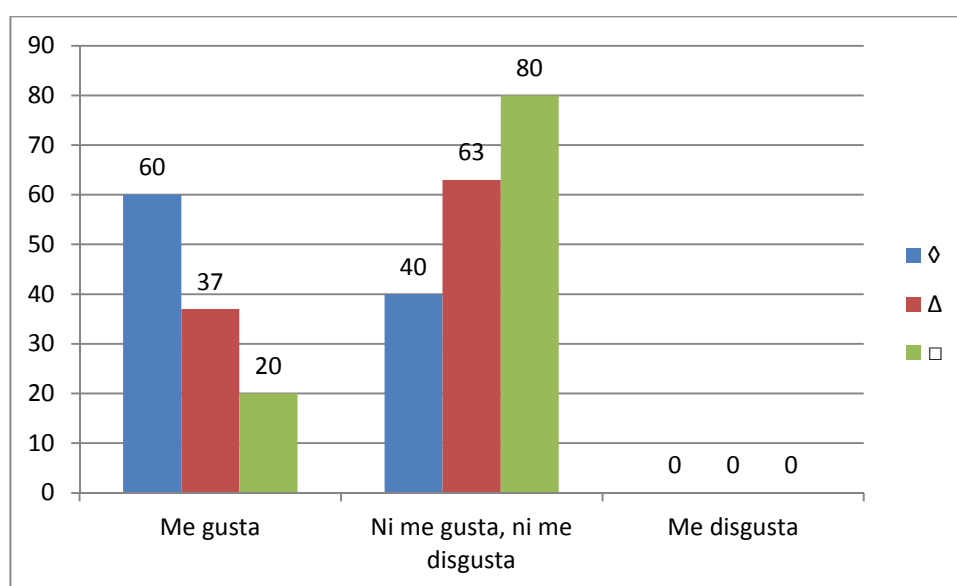


GRÁFICO No. 39

ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD DE 3 FORMULACIONES DE CUERO DE FRUTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PULPA DE MORA *Rubus glaucus* Benth Y CONCENTRADO DE MANZANA *Pyrus malus*.

Los resultados del CUADRO No. 38 y GRÁFICO No. 39, revelan que la formulación de mayor aceptación por sus atributos sensoriales y gustativos es ◇, lo que se fundamenta con la composición bromatológica y fenólica de dicha formulación.

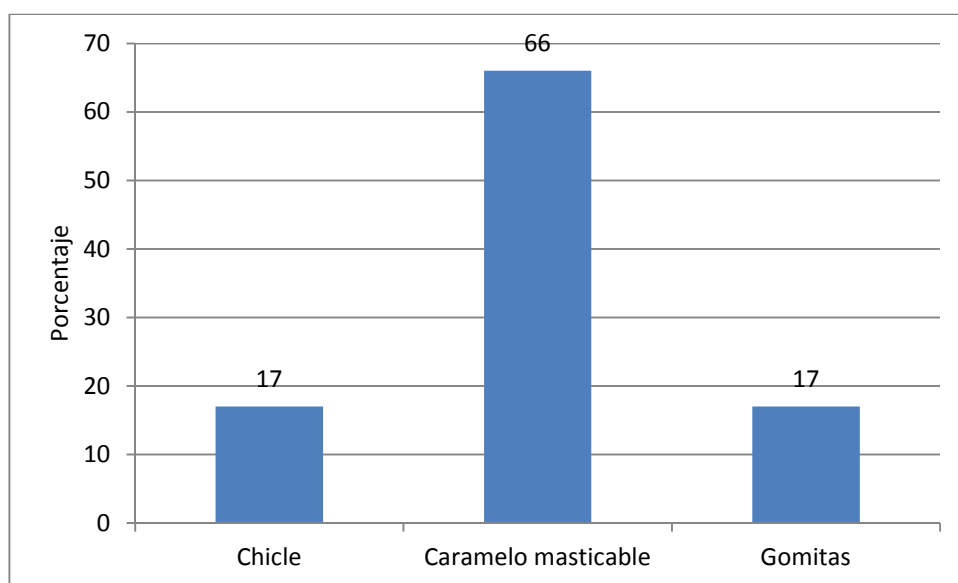
### 3.9.6 COMPARACIÓN DEL PRODUCTO CON OTROS QUE SE COMERCIALIZAN EN EL MERCADO

- ¿A qué tipo de producto que tú conoces, se parece más?

**CUADRO No. 39**

**COMPARACIÓN DE CUERO DE FRUTA CON OTROS PRODUCTOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO.**

<b>Producto</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>%</b>
Chicle	1	4	17
Caramelo masticable	12	8	66
Gomitas	2	3	17
Total	30	100	



**GRÁFICO No. 40**

**COMPARACIÓN DE CUERO DE FRUTA CON OTROS PRODUCTOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO.**

Los resultados del CUADRO No. 39 y GRÁFICO No. 40, son comprables con las especificaciones de la NTE-INEN 2217:2012 (67) debido a que fueron elaborados en base a esta normativa y bajo la definición de caramelo masticable.

### 3.10 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE CUERO DE FRUTA

#### 3.10.1 PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS

**CUADRO No. 40 ANÁLISIS SENSORIAL DE CUERO DE FRUTA A 3 TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENAMIENTO.**

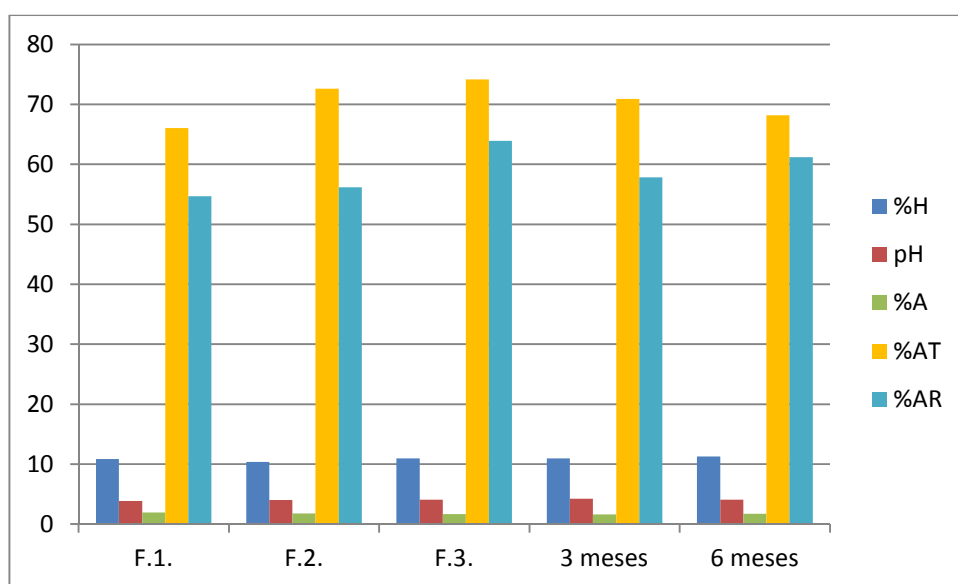
<b>Muestra</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Textura</b>
<b>F.1.</b>	Rojo	Mora	Suave-Pegajoso
<b>F.2.</b>	Rojo	Mora	Suave-Pegajoso
<b>F.3.</b>	Rojo	Mora	Suave-Pegajoso
<b>3 meses</b>	Rojo	Frutal	Suave-Pegajoso
<b>6 meses</b>	Rojo-Café	Frutal-Caramelo	Mayor Suavidad

Los resultados que se aprecian en el CUADRO No. 40 revelan existe estabilidad hasta un tiempo de 3 meses en las características organolépticas de cuero de fruta que según Reynolds (1998) (32) y Garden-Robinson (2012) (31) a temperatura ambiente dura entre 2 a 3 meses.

#### 3.10.2 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

**CUADRO No. 41 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE CUERO DE FRUTA A 3 TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENAMIENTO.**

<b>Muestra</b>	<b>%H</b>	<b>pH</b>	<b>%A</b>	<b>%AT</b>	<b>%AR</b>
<b>F.1.</b>	10,84	3,86	1,93	66,05	54,65
<b>F.2.</b>	10,35	3,99	1,76	72,61	56,19
<b>F.3.</b>	10,93	4,06	1,67	74,15	63,91
<b>3 meses</b>	10,95	4,21	1,64	70,90	57,82
<b>6 meses</b>	11,30	4,09	1,73	68,17	61,19



**GRÁFICO No. 41 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE CUERO DE FRUTA A 3 TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENAMIENTO.**

Los resultados del CUADRO No 41 y GRÁFICO No. 41, revelan una estabilidad química que es comparable con los resultados de F.1., F.2 y F.3 con los de 3 y 6 meses esto se debe a lo analizado anteriormente en 3.10.1.

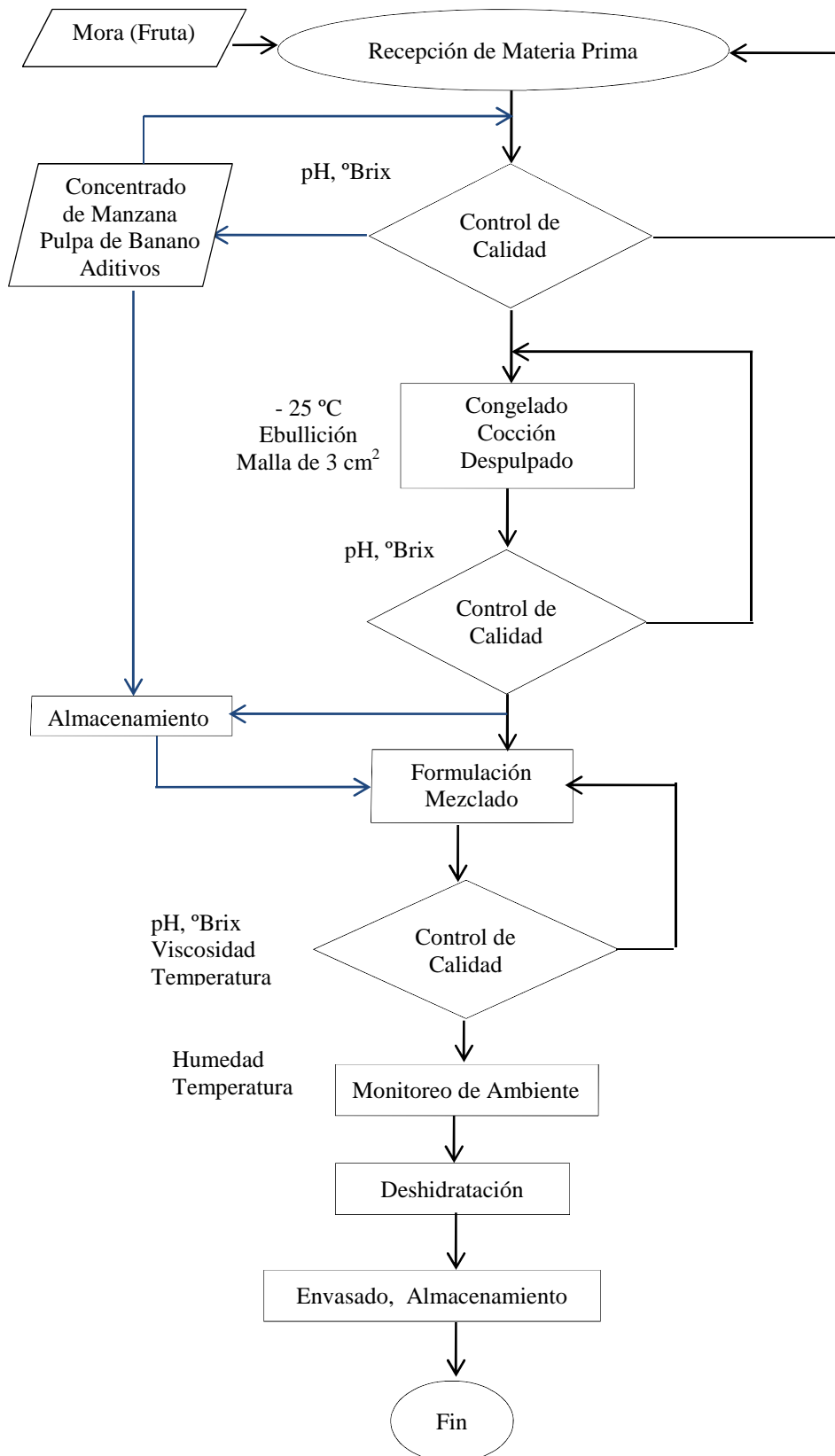
### 3.10.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**CUADRO No. 42 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE CUERO DE FRUTA A 3 TIEMPOS DIFERENTES DE ALMACENAMIENTO.**

Análisis	Tipo de Reporte	F.1-F.2-F.3	3 meses	6 meses
Recuento de Mesófilos aerobios	NMP/g	< 3	< 3	< 3
Mohos y Levaduras	UFC/g	< 10	< 10	< 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	< 10	< 10	< 10

Los resultados del CUADRO No. 42 revelan que existe una estabilidad microbiológica a lo largo del tiempo propuesto pues en un proceso de deshidratación o tratamiento térmico disminuye la actividad de agua por lo tanto inhibe actividad microbiológica y química según lo expuesto por Cañizares et al (2007) (27), Colina (2010) (8) y Webb (1966) (18). Por lo tanto el tiempo de vida útil de cuero de fruta es de 6 meses.

### 3.11 PROCESO DE FABRICACIÓN DE CUERO DE FRUTA



### 3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

#### 3.12.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MATERIAS PRIMAS.

**CUADRO No. 43**      **ANÁLISIS ESTADÍSTICO “ANOVA” DE UN FACTOR PARA LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE MATERIAS PRIMAS.**

Parámetro	Materia Prima	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Humedad</b>	Pulpa de Mora	3	90,2467	0,14503	0,08373	89,8864	90,6069
	Concentrado de Manzana	3	68,0333	0,13429	0,07753	67,6997	68,3669
	Pulpa de Banano	3	75,92	0,51176	0,29547	74,6487	77,1913
<b>Ceniza</b>	Pulpa de Mora	3	0,4133	0,01528	0,00882	0,3754	0,4513
	Concentrado de Manzana	3	0,87	0,02	0,01155	0,8203	0,9197
	Pulpa de Banano	3	0,79	0,01732	0,01	0,747	0,833
<b>Proteína</b>	Pulpa de Mora	3	0,5033	0,00577	0,00333	0,489	0,5177
	Concentrado de Manzana	3	0,5233	0,00577	0,00333	0,509	0,5377
	Pulpa de Banano	3	1,41	0,02646	0,01528	1,3443	1,4757
<b>Grasa</b>	Pulpa de Mora	3	0,68	0,01	0,00577	0,6552	0,7048
	Concentrado de Manzana	3	0,6467	0,00577	0,00333	0,6323	0,661
	Pulpa de Banano	3	0,3133	0,01528	0,00882	0,2754	0,3513
<b>Fibra</b>	Pulpa de Mora	3	0,65	0,01	0,00577	0,6252	0,6748
	Concentrado de Manzana	3	1,14	0,05292	0,03055	1,0086	1,2714
	Pulpa de Banano	3	1,94	0,04359	0,02517	1,8317	2,0483



CUADRO No. 44

ANÁLISIS ESTADÍSTICO “ANOVA” DE UN FACTOR PARA LA COMPOSICIÓN COMPLEMENTARIO DE MATERIAS PRIMAS.

Parámetro	Materia prima	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Sólidos Solubles	Pulpa de Mora	3	8	0	0	8	8
	Concentrado de Manzana	3	31	0	0	31	31
	Pulpa de Banano	3	23,3333	0,57735	0,33333	21,8991	24,7676
p H	Pulpa de Mora	3	2,8433	0,00577	0,00333	2,829	2,8577
	Concentrado de Manzana	3	3,6667	0,01528	0,00882	3,6287	3,7046
	Pulpa de Banano	3	4,21	0,01732	0,01	4,167	4,253
Acidez	Pulpa de Mora	3	2,13	0,04	0,02309	2,0306	2,2294
	Concentrado de Manzana	3	1,2867	0,05508	0,0318	1,1499	1,4235
	Pulpa de Banano	3	0,74	0,01	0,00577	0,7152	0,7648
Densidad	Pulpa de Mora	3	0,9606	0,05294	0,03056	0,8291	1,0921
	Concentrado de Manzana	3	1,0533	0,03055	0,01764	0,9774	1,1292
	Pulpa de Banano	3	1,1	0,03	0,01732	1,0255	1,1745
Azúcares Totales	Pulpa de Mora	3	7,9333	0,40079	0,2314	6,9377	8,929
	Concentrado de Manzana	3	32,28	0,44136	0,25482	31,1836	33,3764
	Pulpa de Banano	3	25,4167	1,18141	0,68209	22,4819	28,3515
Azúcares Reductores	Pulpa de Mora	3	7,16	0,53113	0,30665	5,8406	8,4794
	Concentrado de Manzana	3	30,1867	0,17474	0,10088	29,7526	30,6207
	Pulpa de Banano	3	3,1367	0,12503	0,07219	2,8261	3,4473

### 3.12.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FORMULACIONES ANTES DE DESHIDRATAR.

**CUADRO No. 45** ANÁLISIS ESTADÍSTICO “ANOVA” DE UN FACTOR, POST HOC “TUKEY” PARA LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LAS FORMUALCIONES ANTES DE DESHIDRATAR.

Parámetro	Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
<b>Humedad</b>	3.00	2	69,85		
	2.00	2	70,37	70,37	
	1.00	2		71,11	
<b>Cenizas</b>	1.00	2	0,52		
	2.00	2	0,595		
	3.00	2	0,63		
<b>Proteína</b>	1.00	2	0,47		
	2.00	2	0,49		
	3.00	2	0,495		
<b>Grasa</b>	3.00	2	0,745		
	1.00	2	0,75		
	2.00	2	0,765		
<b>Fibra</b>	1.00	2	0,855		
	2.00	2	0,88		
	3.00	2	0,91		

**CUADRO No. 46** ANÁLISIS ESTADÍSTICO “ANOVA” DE UN FACTOR, POST HOC “TUKEY” PARA LA COMPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DE LAS FORMUALCIONES ANTES DE DESHIDRATAR.

Parámetro	Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
<b>p H</b>	1.00	2	3,735		
	2.00	2		3,855	
	3.00	2			3,95
<b>Acidez</b>	3.00	2	1,585		
	2.00	2	1,64		
	1.00	2	1,71		
<b>Densidad</b>	1.00	2	1,0404		
	2.00	2	1,054	1,054	
	3.00	2		1,066	
<b>Azucares totales</b>	1.00	2	26,4176		
	2.00	2		28,5551	
	3.00	2		30,1091	

**CUADRO No. 47**                      **ANÁLISIS ESTADÍSTICO “ANOVA” DE UN FACTOR, POST HOC “TUKEY” PARA LA COMPOSICIÓN FENÓLICA DE LAS FORMULACIONES ANTES DE DESHIDRATAR.**

Parámetro	Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Antocianos	3.00	2	14,73		
	2.00	2	17,245		
	1.00	2		20,945	
Polifenoles	3.00	2	461,285		
	2.00	2	517,715		
	1.00	2		603,43	

### 3.12.3 ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES

**CUADRO No. 48**                      **ANÁLISIS ESTADÍSTICO “ANOVA” DE UN FACTOR, POST HOC “TUKEY” DEL PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA DE LAS FORMULACIONES DESPUÉS DE DESHIDRATAR.**

Parámetro	Temperatura	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Antocianos	57.00	3	30,9333		
	71.00	3	32,2767		
	46.00	3		46,7967	
Polifenoles	71.00	3	10,76		
	57.00	3	13,6233		
	46.00	3		28,3333	

### 3.12.4 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE CUERO DE FRUTA.

**CUADRO No. 49** ANÁLISIS ESTADÍSTICO “ANOVA” DE UN FACTOR, POST HOC “TUKEY” DE LA COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE CUERO DE FRUTA.

Parámetro	Temperatura	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
<b>Humedad</b>	2.00	2	10,345		
	1.00	2	10,84		
	3.00	2	10,93		
<b>Ceniza</b>	3.00	2	1,25		
	2.00	2	1,41	1,41	
	1.00	2		1,615	
<b>Proteína</b>	1.00	2	1,165		
	3.00	2	1,205		
	2.00	2	1,24		
<b>Grasa</b>	3.00	2	1,79		
	1.00	2	1,905		
	2.00	2	1,93		
<b>Fibra</b>	1.00	2	2,55		
	2.00	2	2,205		
	3.00	2	2,225		
<b>p H</b>	1.00	3	3,8567		
	2.00	3		3,9933	
	3.00	3		4,0633	
<b>Acidez</b>	3.00	2	1,67		
	2.00	2	1,765		
	1.00	2	1,925		
<b>Azúcares totales</b>	1.00	2	79,695		
	2.00	2	80,28		
	3.00	2	80,43		
<b>Antocianos</b>	3.00	2	23,66		
	2.00	2	28,89		
	1.00	2		37,64	
<b>Polifenoles</b>	3.00	2	1023,21		
	2.00	2	1154,79		
	1.00	2	1354,25		

## **CAPÍTULO IV**

### **4. CONCLUSIONES**

1. La hipótesis planteada en la presente investigación fue confirmada en parte debido a que la composición química, valor nutritivo, aceptabilidad y propiedades reológicas de “cuero de fruta” están en función de las proporciones de pulpa de mora y concentrado de manzana las cuales variaron obteniéndose 3 formulaciones en las cuales se mantenían constantes sus porcentajes de aditivos. Mientras que el tiempo de vida útil, tiempo y temperatura de deshidratación e inocuidad; son independientes de las proporciones de las pulpas antes mencionadas; debido a que son factores externos que se pueden controlar y manipular según el criterio del fabricante para obtenerse determinadas características de calidad en el grado que sea conveniente.
2. El proceso de fabricación de “cuero de fruta” es reproducible bajo las condiciones que proporciona Frozen Tropic Cia. Ltda., pues posee la certificación de BPMs e ISO 22000, dicho proceso es la transformación de una mezcla de pulpa de mora, concentrado de manzana y aditivos, mediante circulación de aire caliente lo que vaporiza de forma gradual su humedad; reduciendo su masa y volumen, finalmente se obtiene un producto de características similares a un caramelo blando.
3. La relación viscosidad - ° Brix es directamente exponencial lo que nos demuestra la naturaleza pseudo-plástica y no Newtoniana, de los fluidos procedentes de frutas; además nos permite obtener de manera fundamentada en sus propiedades físico-químicas, los parámetros de control de calidad de las etapas determinadas por Frozen Tropic Cia. Ltda., a lo largo de la formulación de “cuero de fruta” antes de su deshidratación garantizándose así su calidad y reproducibilidad.

4. El producto “cuero de fruta” tiene un alto grado de aceptabilidad, debido a las características organolépticas y composición química que poseen sus materias primas en combinación con cada uno de sus aditivos; lo que permite que las condiciones de procesamiento a lo largo de su fabricación no influyan de manera negativa en sus cualidades sensoriales como producto alimenticio de confitería.
5. La composición química de “cuero de fruta” rica mayoritariamente en azúcares, fibra, proteína y polifenoles lo convierten en un producto energético, digestivo y con un alto potencial antioxidante; haciendo de este alimento un complemento en la dieta de: niños, jóvenes, adolescentes, estudiantes, deportistas y personas con altos requerimientos energéticos, por su gran aporte calórico.
6. El tiempo de vida útil de “cuero de fruta” se ve beneficiado debido a que es un producto obtenido de un proceso de deshidratación, lo cual disminuye la actividad de agua en el alimento y por consiguiente los micro-organismos son inhibidos; las adecuadas condiciones de elaboración y envasado permiten que no se vean afectados los componentes químicos, por los factores ambientales y condiciones internas, entre los componentes más relevantes se encuentran los polifenoles los actuales actúan como conservantes naturales, prolongando su estabilidad.

## **CAPÍTULO V**

### **5. RECOMENDACIONES**

1. Sería adecuado realizar un estudio para determinar la degradación de los compuestos fenólicos presentes en “cuero de fruta” durante su almacenamiento por acción de la polifenol oxidasa, debido a que es una enzima que está presente en la pulpa de banano y manzana, convirtiéndose así en un factor que influye sobre su valor nutritivo y atributos de calidad.
2. El estudio de la actividad anti-oxidante en “cuero de fruta” nos permitirá determinar su valor nutracéutico en función del contenido de polifenoles.
3. Determinar la relación % de degradación de los antocianos monoméricos libres de “cuero de fruta” vs tiempo, para ajustar su período de vida útil y tomar medidas para retrasar este fenómeno físico-químico que influye principalmente sobre la calidad del producto.
4. Se aconseja tomar en cuenta la utilización de pulpas de fruta como aditivos, tal como se ha expuesto en la presente investigación con la pulpa de banano debido a que no sólo contribuyen de manera positiva con las características del producto, sino que además le dan un mayor valor nutritivo y un potencial valor nutracéutico al producto en donde formen parte de sus ingredientes.
5. Comprobar y determinar, “in vivo” las posibles actividades biológicas y farmacológicas de éste producto, porque sus materias primas como lo son: mora, manzana y banano, poseen muchos beneficios terapéuticos, registrados a lo largo de innumerables trabajos científicos y el uso popular.

## CAPÍTULO VI

### 6. RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo el desarrollo de un producto alimenticio: láminas de fruta deshidratada o “cuero de fruta”, utilizando pulpa de mora (*Rubus glaucus* Benth) y manzana (*Pyrus malus*) para Frozen Tropic Cía. Ltda., el cual se lo realizó con la finalidad de establecer las condiciones óptimas de deshidratación y las proporciones adecuadas de sus ingredientes, para obtener un alimento con las características sensoriales de mora (*Rubus glaucus* Benth) y la calidad de un caramelo masticable, dirigido como un complemento en la dieta de la población infantil principalmente.

Para el estudio se aplicó el método experimental inductivo-deductivo y se realizó en el departamento de Investigación & Desarrollo de Frozen Tropic Cía. Ltda. y los laboratorios de Bromatología, Microbiología e Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, aplicándose el análisis bromatológico, reología, espectrofotometría y HPLC.

Se inició con el estudio bromatológico y de composición fenólica tanto de las materias primas, como del producto antes y después de su deshidratación. Durante la formulación se obtuvo tres combinaciones diferentes, las que se deshidrataron a estas temperaturas: 46 °C, 57 °C y 71 °C; siendo a 71 °C escogida para su fabricación, porque degrada en menor porcentaje los compuestos fenólicos. Finalmente en el producto terminado se determinó inocuidad, tiempo de vida útil y fórmula de mayor aceptabilidad.

En conclusión el producto desarrollado es un caramelo masticable de gran calidad, elaborado a base de pulpa de fruta, obtenido por deshidratación de aire caliente, con un alto valor nutritivo al ser energético y antioxidante; con buena aceptabilidad, inocuidad garantizada y tiempo de vida útil de tres meses.



## SUMMARY

This investigation had aimed the development foodstuff: sheets dried fruit or “fruit leather” pulp using blackberry *Rubus glaucus* Benth and Apple *Pyrus malus* for Frozen Tropic Company Limited, which was made in order to establish the optimal conditions dehydration and proper proportion ingredients, to obtain a food sensory characteristics and quality mulberry a chewy candy, conducted as a supplement in the diet of children main.

This study applied the experimental method inductive-deductive or was held in Research and Development department at Company and the laboratories Food Science, Microbiology and Instrumentation, Sciences Faculty ESPOCH, applying bromatologic, rheology, spectrophotometry and HPLC (Chromatography high performance liquid resolution

The study began with bromatologic and phenolic composition both raw material and product before and after dehydration. During the formulation three different combinations are obtained, which at these temperatures dehydration: 46 °C, 57 °C and 71 °C, being a 71 °C chosen for their manufacture, because it degrades to a lesser none percent phenolic. Finally, finished product was determined safety, lifespan and greater acceptability formula.

In conclusion the developed product is a high-quality chewy candy, made from pulp fruit, obtained by hot air dehydration, with a high nutritional value and antioxidant energy when the acceptability and guaranteed safety via useful time in three months.

## **CAPÍTULO VII**

### **7. BIBLIOGRAFÍA**

- 1. ALVARADO, J.,** Principios de ingeniería aplicados a alimentos., 1a. ed., Ambato-Ecuador., Editorial Radio Comunicaciones., 1996., Pp. 180-219.
- 2. BADUI, S.,** Química de los alimentos., 4a. ed., México., 2006., Pp 11-15, 21.
- 3. CABANZO, A. Y OTROS.,** Manual curativo con frutas y plantas medicinales., 1a. ed., Colombia., Editorial Grupo Latino., 2005., Pp. 122-124.
- 4. CAMPBELL, M. Y FARRELL, S.,** Bioquímica., 6a. ed., México D.F., Editorial McGraw – Hill., 2009., Pp. 461-515.
- 5. CASTRO, K.,** Tecnología de Alimentos., 1a. ed., Bogotá-Colombia., Ediciones de la U., 2011., Pp. 18-20.
- 6. CHANG, R.** Físico-química para las ciencias químicas y biológicas., 3a. ed., México D.F., Editorial McGraw – Hill., 2008., Pp. 865.
- 7. CHEFTEL, J. Y CHEFTEL, H.,** Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos., 1a. ed., Zaragoza-España., Editorial Acribia., 1989., Pp. 152-166.

8. **COLINA, M.,** Deshidratación de Alimentos., 1a. ed., México., Editorial Trillas., 2010., Pp. 46-48.
9. **DI CAPUA, A. Y OTROS.,** XI Congreso Italo – Latinoamericano Di Etnomedicina. 1a, ed., Roma., 2002., Pp. 55.
10. **FELDMAN, E.,** Principios de Nutrición Clínica., 2a. ed., México D.F., Editorial El Manual Moderno. 1990., Pp. 20-104.
11. **HEINERMAN, J.,** Enciclopedia de jugos curativos., 1a. ed., Paramus, NJ: Prentice Hall., 1997., Pp. 189-192.
12. **KARP, G.,** Biología celular y molecular., 15a. ed., México D.F., Editorial McGraw – Hill., 2009., Pp. 120-133.
13. **PRIETO, J.,** Microbiología., 2001., Pp. 235-236.
14. **RONALD, A.** Frutoterapia: Los frutos que dan la vida., 1a. ed., Santa Fe de Bogotá., Editorial Ecoe., 1997., Pp. 88-99.
15. **WARDLAW, G. Y OTROS.,** Perspectivas en nutrición., 6a. ed., México D.F., Editorial McGraw – Hill., 2005., Pp. 432-437.
16. **WEBB, F.,** Ingeniería Bioquímica., 1a. ed., Zaragoza., Editorial Acribia., 1966., Pp. 431-432.
17. **YÚFERA Y PRIMO.,** Química Agrícola: Alimentos III. 1a. ed., España., Editorial Alhambra S.A., 1979., Pp. 211-212.

**18. ALTERNATIVAS ECOLÓGICAS PARA EL CONTROL DEL MOHO GRIS *Botrytis cinerea* EN MORA DE CASTILLA *Rubus glaucus*.**

[http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4593/1/T-ESPE-  
IASA%20I-00457O.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4593/1/T-ESPE-<br/>IASA%20I-00457O.pdf).

2013-08-23

**19. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE ANTOCIANINAS EN DIFERENTES VARIEDADES DE MAÍZ *Zea mays* BOLIVIANO.**

[http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana\\_cuevas  
.pdf](http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana_cuevas<br/>.pdf).

2013-06-14

**20. CERTIFIED MAIL RECEIPT REQUESTED.**

<http://www.fda.gov/downloads/drugs/guidancecomplianceregulatoryinformation/enforcementactivitiesbyfda/cyberletters/ucm056930.pdf>.

2013-02-07

**21. CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN PULPA DE MANGO *Mangifera indica* L.**

<http://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914019.pdf>.

2013-08-23

**22. CINÉTICA DE LA DEGRADACIÓN DE LA VITAMINA C EN EL JUGO CONCENTRADO Y CONGELADO DE MARACUYÁ.**

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2054/1/4073.pdf>.

2013-08-24

**23. CONTENIDO DE POLIFENOLES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE VARIAS SEMILLAS Y NUECES.**

<http://www.scielo.org.ve/pdf/alan/v58n3/art14.pdf>.

2013-08-24

**24. CRAB APPLE FRUIT LEATHER.**

[http://www.duluthcommunitygarden.org/PDF/dolgofruit leather .pdf](http://www.duluthcommunitygarden.org/PDF/dolgofruit leather.pdf).

2013-02-11

**25. DEFINICIONES DE ALIMENTOS.**

<http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte1/2074.pdf>.

2013-01-14

**26. DESHIDRATACIÓN DE MANZANA.**

[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU11.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU11.HTM).

2013-01-14

**27. DESHIDRATACIÓN DE PRODUCTOS VEGETALES.**

[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/inia\\_divulga/numero%2010/10canizares\\_a.pdf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero%2010/10canizares_a.pdf).

2013-01-12

**28. DETERMINACIÓN DE NUTRIENTES EN MANZANAS DE LAS VARIEDADES FUJI ROYAL, GRANNY SMITH Y FUJI EN FRUTOS LIBRES Y AFECTADOS POR BITTER PIT.**

[http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/qf-pacheco\\_l/pdfAmont/qf-pacheco\\_l.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/qf-pacheco_l/pdfAmont/qf-pacheco_l.pdf).

2013-04-19

**29. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EXPERIMENTACIÓN DE UN VISCOSÍMETRO SAYBOLT Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL TEMPERATURA EN CASCADA PARA EL LABORATORIO DE FLUIDOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA**

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/264/3/15T00412.pdf>.

2013-08-27

**30. DRYING FRUIT LEATHERS.**

<http://web.extension.illinois.edu/jsW/downloads/24316.pdf>.

2013-01-16

**31. DRYING FRUITS AND VEGETABLES.**

<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/pdf/5347.pdf>.

2013-01-26

**32. ELABORACIÓN DE BANANO DESHIDRATADO.**

[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU20.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU20.HTM).

2013-01-24

**33. ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE FRUTA (“FRUIT LEATHERS”) A PARTIR DE PULPA DE *Murta ugni* MOLINAE TURCZ CONGELADA.**

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fam562e/doc/fam562e.pdf>.

2013-03-18

**34. ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE EMULSIONES ESTABILIZADAS POR POLÍMEROS Y AGENTES TENSIOACTIVOS.**

<http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO06/aranberri.pdf>.

2013-05-08

**35. EMULSIONES FARMACÉUTICAS.**

[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Emulsiones\\_5452.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Emulsiones_5452.pdf).

2013-07-09

**36. ESTUDIO DE DURABILIDAD DE LA PULPA DE MORA DE CASTILLA Y MORA SAN ANTONIO *Rubus glaucus***

[http://www.bdigital.unal.edu.co/1056/1/beatrizsirleygalvismuri\\_llo.2003.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/1056/1/beatrizsirleygalvismuri_llo.2003.pdf).

2013-04-15

**37. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE LAS PECTINAS CON DIFERENTE GRADO GALACTURÓNICO OBTENIDA A PARTIR DE *Citrus paradisi* (GRAY FRUIT).**

<http://ri.ues.edu.sv/471/1/10136186.pdf>.

2013-06-21

**38. ESTUDIO DE LA REACTIVIDAD DE OXÍGENO MOLECULAR SINGULETE Y FLAVONOIDES. EFECTO DEL MEDIO.**

[http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111238/sandoval\\_cp.pdf?sequence=1](http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111238/sandoval_cp.pdf?sequence=1).

2013-09-10

**39. ESTUDIOS DE INTERACCIONES ENTRE MOLÉCULAS ANTIOXIDANTES Y MOLÉCULAS RELACIONADAS CON RADICALES OXIDATIVOS MEDIANTE CÁLCULOS MECÁNICO CUÁNTICOS Y SIMULACIONES DE DINÁMICA MOLECULAR.**

[http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/1374510/SalazarAldas\\_Interacciones.pdf](http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/1374510/SalazarAldas_Interacciones.pdf).

2013-05-26

**40. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD POST-COSECHA DE LAS ACCESIONES SELECCIONADAS DE MORA DE CASTILLA *Rubus glaucus* BENTH PROVENIENTES DE LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y BOLÍVAR.**

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2653/1/CD-3336.pdf>.

2013-05-26

**41. EVALUACIÓN NUTRITIVA Y NUTRACEÚTICA DE LA MORA DE CASTILLA *Rubus glaucus* DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS POR EL MÉTODO DE SECADO EN BANDEJAS.**

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/200/1/56T00172.pdf>.

2013-01-08

**42. EVALUACIÓN DE PULPAS DE MORA *Rubus glaucus* Y REMOLACHA *Beta vulgaris* VAR., CONDITIVA ENRIQUECIDAS CON HIERRO.**

<http://www.bdigital.unal.edu.co/2421/1/107414.2010.pdf>.

2013-04-12



**43. EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD DE UN PROYECTO DE DESHIDRATACIÓN DE MANZANA POR MEDIO DE ENERGÍA SOLAR.**

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_2244.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_2244.pdf).

2013-07-16

**44. EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS DE LAS CORONTAS DE *Zea mays* L. “MAÍZ MORADO”.**

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v12\\_n2/pdf/a03v12n2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v12_n2/pdf/a03v12n2.pdf).

2013-07-13

**45. EXTRACCIÓN DE POLIFENOLES ASISTIDA POR MICROONDAS.**

<http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM4/Extracci%C3%B3n%20de%20Polifenoles.pdf>.

2013-08-09

**46. FRUIT LEATHER.**

<http://www.uaf.edu/files/ces/publications-db/catalog/hec/FNH-00228.pdf>.

2013-08-28

**47. FRUIT LEATHER.**

[http://files.uniteddiversity.com/Food/Food\\_Production\\_and\\_Processing/fruit\\_leathers.pdf](http://files.uniteddiversity.com/Food/Food_Production_and_Processing/fruit_leathers.pdf).

2013-07-11

**48. FRUIT LEATHER HISTORY.**

<http://www.madehow.com/Volume-5/Fruit-Leather.html>.

2013-01-22

**49. FRUIT LEATHERS. WASHINGTON STATE UNIVERSITY  
CLARK COUNTY EXTENSION.**

<http://clark.wsu.edu/family/specific-foods/FruitLeathers1.pdf>.

2013-03-15

**50. FRUIT ROLL-UPS.**

<http://es.scribd.com/doc/14205117/Fruit-RollUps-Wikipedia-the-free-encyclopedia.pdf>.

2013-02-12

**51. GENERAL MILLS COMPANY.**

<http://www.generalmills.com/en/Company.aspx>.

2013-06-17

**52. INFLUENCIA DE LA PROPORCIÓN DE LA FRUTA DE  
COLOR.**

[http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4943/SaraSalvatierra\\_Zubiri\\_Junio2011\\_Vinos\\_de\\_frutas.pdf?sequence=1](http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4943/SaraSalvatierra_Zubiri_Junio2011_Vinos_de_frutas.pdf?sequence=1).

2013-04-16

**53. INFORME SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS  
DIFERENCIALES ENTRE EL PLATÁNO DE CANARIAS Y  
LA BANANA DE DISTINTAS PROCEDENCIAS.**

[http://www.sportlife.es/rsc/comun/ficheros/121/Estudio\\_Nutricional\\_Platanode\\_Canarias.pdf](http://www.sportlife.es/rsc/comun/ficheros/121/Estudio_Nutricional_Platanode_Canarias.pdf).

2013-05-17

**54. INHIBICIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA POLIFENOL OXIDASA EXTRAÍDA DEL BANANO *Cavendish valery* MEDIANTE SISTEMAS BIFÁSICOS ACUOSOS CON ISOESPINTANOL Y ÁCIDO ASCÓRBICO.**

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1820/1/98380674.2009.pdf>  
2013-07-24

**55. INTRODUCTION TO THE USE OF LECITHINS.**

<http://www.lecitina.it/pdf/Introduction%20to%20use%20of%20Lecithins.pdf>  
2013-04-23

**56. JALEAS DE FRUTAS.**

<http://ianrpubs.unl.edu/live/g1604s/build/g1604s.pdf>  
2013-05-12

**57. LÁMINAS DE FRUTA.**

[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU16.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU16.HTM)  
2013-07-12

**58. LECITINA.**

<http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/monograph4/additive-250-m4.pdf>  
2013-04-23

**59. LECITINA PARCIALMENTE HIDROLIZADA.**

<http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/details.html?id=243>  
2013-07-26

**60. LECTURA COMPLEMENTARIA PARTE II. EL AIRE HÚMEDO Y CÁLCULO DE VARIABLES QUE DETERMINAN SU ESTADO.**

[http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5826/mod\\_resource/content/2/07\\_PARTE%20II\\_TecInv\\_Lectura%20Complement.pdf](http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5826/mod_resource/content/2/07_PARTE%20II_TecInv_Lectura%20Complement.pdf).  
2013-06-12

**61. LÓGICA Y PENSAMIENTO ARITMÉTICO.**

<http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Ortiz2009Logica.pdf>.  
2013-07-22

**62. MAKING DRIED FRUIT LEATHER. C. RAAB AND N. OEHLER.**

<http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/17466/fs232.pdf;jsessionid=233B6A246E6997442AA615A280713CB7?sequence=1>.  
2013-05-21

**63. MAKING FRUIT LEATHERS. JULIE GARDEN-ROBINSON, PH.D., R.D., L.R.D.**

<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/yf/foods/fn1586.pdf>.  
2013-07-16

**64 NTE-INEN 380:1985-12. CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES. MÉTODO REFRACTOMÉTRICO.**

<http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/380.pdf>.  
2013-03-17

- 65. NTE-INEN 381:1985-12. CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE. MÉTODO POTENCIOMÉTRICO DE REFERENCIA.**

<http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/381.pdf>.

2013-03-17

- 66. NTE-INEN 389:1985-12. CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ION HIDRÓGENO (pH).**

<http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/389.pdf>.

2013-04-23

- 67. NTE-INEN 2217:2012. PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CARAMELOS, PASTILLAS, GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS.**

<http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/2217-1.pdf>.

2013-04-23

- 68. NTE-INEN 2337:2008. JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS.**

<http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/2337.pdf>.

2013-03-12

- 69. NTE-INEN 2427:2010. FRUTAS FRESCAS. MORA. REQUISITOS.**

<http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/2427.pdf>.

2013-03-12

- 70. PERFIL DE LA MORA.**

<http://www.pucesi.edu.ec/pdf/mora.pdf>.

2013-05-08

**71. PREPARATION, LEATHERS AND JERKIES.**

[http://nchfp.uga.edu/how/dry/csu\\_leathers\\_jerkies.pdf](http://nchfp.uga.edu/how/dry/csu_leathers_jerkies.pdf).

2013-04-28

**72. RESEARCH ON DEHYDRATED FRUIT LEATHERS: A REVIEW.**

<http://www.icef11.org/content/papers/fpe/FPE398.pdf>.

2013-06-18

**73. TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS ECUATORIANOS.**

<http://blog.espol.edu.ec/kcoello/tabla-de-composicion-de-alimentos-ecuatorianos/>.

2013-05-12

**74. TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MANZANA CHILENA.**


<http://alimentos.org.es/carbohidratos-manzana>.

2013-05-12

## CAPÍTULO VIII

### 8. ANEXOS

#### ANEXO No. 1      FICHA TÉCNICA PULPA DE MORA

	<div>Ficha Técnica</div> <div>Pulpa / Puré de Mora</div>																	
<div>Descripción</div> <p>Producto viscoso congelado obtenido por procedimiento mecánico .</p> <p>Producto Natural obtenido a través de procesamiento de frutas frescas, sanas y maduras</p> <p>Mantiene las características originales de la fruta.</p> <p>No diluido, concentrado o fermentado.</p> <p>Sin la adición de endulzantes artificiales o naturales</p> <p>Sin adición de químicos, preservantes o edulcorantes</p>																		
<div>Especificaciones de la Fruta</div> <table><tr><td>Variedad:</td><td>Castilla</td></tr><tr><td>Nombre Científico</td><td><i>Rubus glaucus</i></td></tr><tr><td>Color:</td><td>Característico de la Fruta</td></tr><tr><td>Olor</td><td>Característico de la Fruta</td></tr><tr><td>Sabor</td><td>Característico de la Fruta</td></tr><tr><td>Consistencia</td><td>Firme</td></tr><tr><td>Tamaño</td><td>Variable</td></tr><tr><td>Producción</td><td>Todo el Año</td></tr></table>			Variedad:	Castilla	Nombre Científico	<i>Rubus glaucus</i>	Color:	Característico de la Fruta	Olor	Característico de la Fruta	Sabor	Característico de la Fruta	Consistencia	Firme	Tamaño	Variable	Producción	Todo el Año
Variedad:	Castilla																	
Nombre Científico	<i>Rubus glaucus</i>																	
Color:	Característico de la Fruta																	
Olor	Característico de la Fruta																	
Sabor	Característico de la Fruta																	
Consistencia	Firme																	
Tamaño	Variable																	
Producción	Todo el Año																	
<div>Proceso Producción</div> <p>La fruta seleccionada pasa por procesos estandarizados de producción, bajo controles y normas HACCP y estrictos controles sanitarios. Aplicamos BPM durante todo el proceso operativo, desde la recepción de la fruta hasta el momento del despacho.</p>																		

<b>Presentaciones</b>			
Pure Pak 32 onzas			
Sachets 100 g			
Cajas 20 Kg			
Tambores 200 Kg			
<b>Características Físico-Químicas</b>			
°Brix (±1°):	8,0		
Acidez ±1 (g/100g producto):	1,8 expresada como ácido cítrico anhidro		
Ratio	4,44		
pH(± 0.5) :	3,10		
Temperatura	-18°C / 0°F		
Viscosidad (cps)	5400 a 20°C, 6rpm		
Color	Rojo Intenso		
Sabor	Característico de la fruta		
Aroma	Característico de la fruta		
<b>Características Microbiológicas</b>			
Recuento de MO Aerobio Mesófilos	< 5000	UFC/g	
Recuento de Mohos y Levaduras	< 1000	UFC/g	
Coliformes Totales	9	NMP/g	
Coliformes Fecales	< 3	NMP/g	
<b>Método de Preservación</b>			
En congelación a -18°C (0 °F)			
<b>Tiempo de Vida Util</b>			
6 meses en congelación			
<b>Modo de Preparación</b>			
Descongele el Producto ya sea dejándolo al ambiente o en el microondas (si usa microondas no sobrecalentar el producto), corte el envase por la línea de corte y vierta su contenido en una licuadora Añada agua (dependiendo del jugo deseado se puede añadir entre 1.5 y 3 litros), leche o yogurt y azúcar al gusto. Licue y sirva bien frío			
<b>Usos Recomendados</b>			
Jugos de Frutas			
Postres			
Helados			
Cócteles			
Salsas			
Smothies			
Mermeladas			
<b>Grupos Vulnerables</b>			
El producto no es recomendado para niños menores de 1 año.			
No es recomendado para personas con enfermedades ácido pépticas.			

Tropical Foods & Beverages


Isaac Albeniz E3-78 y Mozart Quito - Ecuador

Telf. (5932)2810687



ANEXO No. 2

FICHA TÉCNICA DE CONCENTRADO DE MANZANA

	<b>ESPECIFICACION ESTANDAR DE PRODUCTO TERMINADO PULPA MANZANA 30 / 32° BRUX</b>	Especificación P.T. SPEC-04.00.PF/Ed. 04 Fecha Ed.: 18/12/2008 Página 1 de 4
---	--	---

## 1. DESCRIPCION DEL PRODUCTO

La pulpa de manzana es un producto natural elaborado con manzanas frescas de diferentes variedades (granny smith, bicolor, rojas y otras), las cuales son sometidas a un proceso de triturado, concentrado, cocción, pasteurizado y envasado aséptico, para asegurar su inocuidad y conservación. Sin adición de colorantes, saborizantes, preservantes u otros.

Todos los equipos y procesos involucrados están de acuerdo con las buenas prácticas comerciales y bajo estrictas normas de higiene.

## 2. ESPECIFICACION DEL PRODUCTO

Ingredientes
Manzanas.

Características Organolépticas	
Sabor	Característico del producto
Olor	Característico del producto

Características Físico-Químicas		
Malla	(pulgadas – mm)	0.020 – 0.5
Sólidos Solubles	(°brix directo a 20°C)	30.0 – 32.0
Consistencia Bostwick (cm a 15° brix, 30 seg, 20° C al momento del análisis)		6.0 – 12.0
pH	(directo a 20°C)	3.30 – 4.00
Acidez Titulable	(directa, % p/p ácido cítrico anhidrido)	0.60 – 1.40
Recuentos Hongos Howard	(% campos positivos)	< 15
Hunter Color DP-9000	(8.5 °brix a 20°C) L	44.00 – 53.00
	a/b	- 0.20 / 0.20



**ESPECIFICACION ESTANDAR DE  
PRODUCTO TERMINADO  
PULPA MANZANA 30 / 32° BRIX**

Especificación P.T.  
SPEC-04.00.PF/Ed. 04  
Fecha Ed.: 18/12/2008  
Página 2 de 4

<b>Características Microbiológicas</b>		
Recuento Total	(u.f.c. / g)	< 10
Recuento Total de Hongos y Levaduras	(u.f.c. / g)	< 10
Lactobacillus	(u.f.c. / g)	< 1

<b>Peso Neto</b>	
Bolsa aséptica 55 galones (Kg)	235 ± 2
Bolsa aséptica 300 galones (Kg)	1170 ± 10

<b>Envase</b>
Bolsa aséptica de 55 o 300 galones

<b>Embalaje</b>
Tambores de acero laminado de 55 galones con recubrimiento epóxico conforme con el F.D.A (Food and Drug Administration, USA.)
Tote bins de madera de 300 galones.

### **3. ROTULACION**

Cada unidad de producto es rotulada con la siguiente información: Elaborado por, nombre del producto, código del producto, n° envase, n° lote, fecha de elaboración, hora envasado, peso neto, peso bruto, cabezal, planta, ingredientes, vida útil, condiciones de almacenamiento, resolución sanitaria, mail de contacto, dirección del fabricante, teléfono, fax, código de barras.



**ESPECIFICACION ESTANDAR DE  
PRODUCTO TERMINADO  
PULPA MANZANA 30 / 32° BRIX**

Especificación P.T.  
SPEC-04.00.PF/Ed. 04  
Fecha Ed.: 18/12/2008  
Página 3 de 4

**Ejemplo:**

**PACKED BY  
ACONCAGUA FOODS  
PRODUCT OF CHILE**

Producto/Product

**PULPA MANZANA / APPLE PULP 30 – 32 BRIX**

Código/Code	No Envase/Container No	No Lote/Lot No	Fecha/Date	Hora/Time
<b>TPU00050</b>	<b>000001</b>	<b>00001</b>	<b>29/03/2008</b>	<b>23:58</b>
Peso Neto/Net Weight Kg	Peso Bruto/Gross Weight Kg	Cabeza/Filler	Planta/Plant	
<b>1500</b>	<b>1645</b>	<b>P</b>	<b>PLBU</b>	

Ingredientes : 100% Manzana

Vida Útil : 18 meses a partir de la fecha de producción

Almacenamiento : En su envase original mantener a temperatura ambiente. Una vez abierto refrigerar a 5 – 10°C

Ingredients : 100% Apple

Shelf Life : 18 months in original container

Storage : In its original container, store at room temperature. Once opened keep refrigerated at between 5 – 10°C

Res. S.S. No 968 del 24/01/1991 Reg. Metropolitana

contact@aconcaguafoods.cl

Jose Alberto Bravo # 0278, Buin – Chile

Phone (56-2) 8218280 – Fax (56-2) 8218090



**4.- APORTE NUTRICIONAL**

Aporte Nutricional		100 g
Energía	(kcal)	121
Proteínas	(g)	0,6
Grasa Total	(g)	0,6
Hidratos de Carbono disponible	(g)	28,5
Sodio	(mg)	1,9

\*Nota: Cálculo teórico en base a Tabla de Composición Químico de los Alimentos Chilenos, año 1992.



**ESPECIFICACION ESTANDAR DE  
PRODUCTO TERMINADO  
PULPA MANZANA 30 / 32° BRUX**

Especificación P.T.  
SPEC-04.00.PF/Ed. 04  
Fecha Ed.: 18/12/2008  
Página 4 de 4

### **5. VIDA UTIL**

18 meses en su envase original.

### **6. ALMACENAMIENTO**

En su envase original, almacenar a temperatura ambiente. Una vez abierto mantener el producto refrigerado a una temperatura entre 5 – 10° C.

### **7. GMO**

Este producto no contiene ningún material derivado de organismos genéticamente modificados (GMO'S)

### **8. ALERGENOS**

Producto 100% natural, no contiene ingredientes alérgicos.

<b>Elaborado Por :</b>	Kristel Ortega/Asistente Normativas Calidad.
<b>Revisado Por :</b>	Renato Rodriguez /Gerente Aseguramiento de Calidad y Medio Ambiente.



ANEXO No. 3

FICHA TÉCNICA PULPA DE BANANO



## BORJA BANANA PUREE ACIDIFIED

"BORJA" BANANA PUREE IS PRODUCED FROM FULLY RIPENED, MATURE CAVENDISH BANANAS. IT POSSESSES A LIGHT CREAM COLOR AND A FULL BANANA FLAVOR, FREE FROM ALL OFF-FLAVORS AND OFF-ODORS.

BRIX, %	22 – 26
TOTAL SOLID, %	23.5 – 27.5
pH	4.2 - 4.4
TOTAL ACIDITY, as % Citric Acid until pH 8.1	0.4 - 0.7
ASCORBIC ACID, ppm	150 - 350
SEED FRACTIONS IN SEEDLESS	0 - 10
ASCORBIC AND CITRIC ACID ADDED.	

### MICROBIOLOGICAL STANDARDS

Aerobic Plate Count, cfu/g	<1
Coliform, cfu/g	Absence
Escherichia Coli, cfu/g	Absence
Anaerobic Plate Count, cfu/g	Absence
Molds and Yeast, cfu/g.	<1
Salmonella, cfu/g	Absence
Staphylococcus Aureus, cfu/g	Absence

### PACKAGING

- aseptic metallized bag in carton box of capacities of 5 gallons or 6 gallons or 55 gallons or 220 gallons; or 55 gallon bag in metal drum.
- Also available aseptic packaging of 1 liter.

### TRANSPORT

Pallets in standard dry container of 20 feet of capacity containing:

- 880 cartons	each 21 Kg net (= 5 USG) .
- 700 cartons	each 26.3 Kg net (= 6 USG) .
- 80 cartons/drums	each 230 Kg net (= 55 USG)
- 20 cartons	each 920 Kg net (= 220 USG).

Net weight per 20 feet standard dry container is 18.4 MT Approx.

It is not necessary the cold transport, but we recommend keep the product away from direct heat.

### STORAGE

Room temperature, 22oc preferred.

Do not freeze if original package has not been opened

Keep the product away from high heat, direct sun, poisonous or ill smelling articles.

### CERTIFICATIONS

- HACCP
- SGF / IRMA
- KOSHER
- ORGANIC for Organic Banana Puree only.

ADDITIONAL INFORMATION: [www.inborja.com.ec](http://www.inborja.com.ec)

**ANEXO No. 4      ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE MATERIAS PRIMAS,  
PRODUCTO ANTES Y DESPUÉS DE DESHIDRATAR.**



**FOTOGRAFÍA No. 5      DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**



**FOTOGRAFÍA No. 6      DETERMINACIÓN DE CENIZA**



**FOTOGRAFÍA No. 7      DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA**



**FOTOGRAFÍA No. 8      DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO**

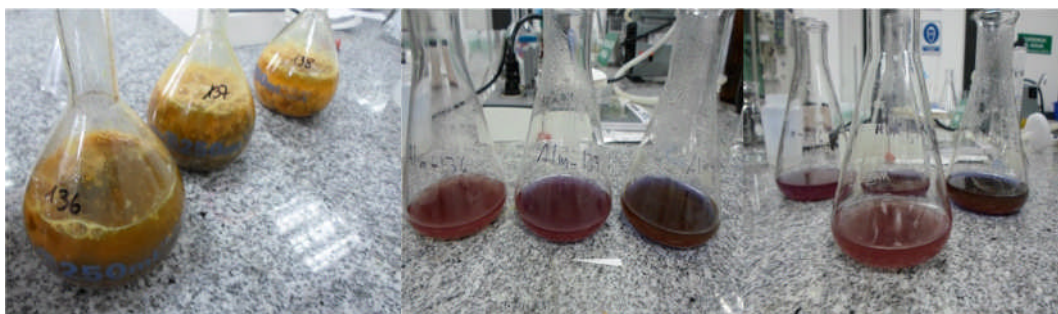




**FOTOGRAFÍA No. 9      DETERMINACIÓN DE FIBRA**

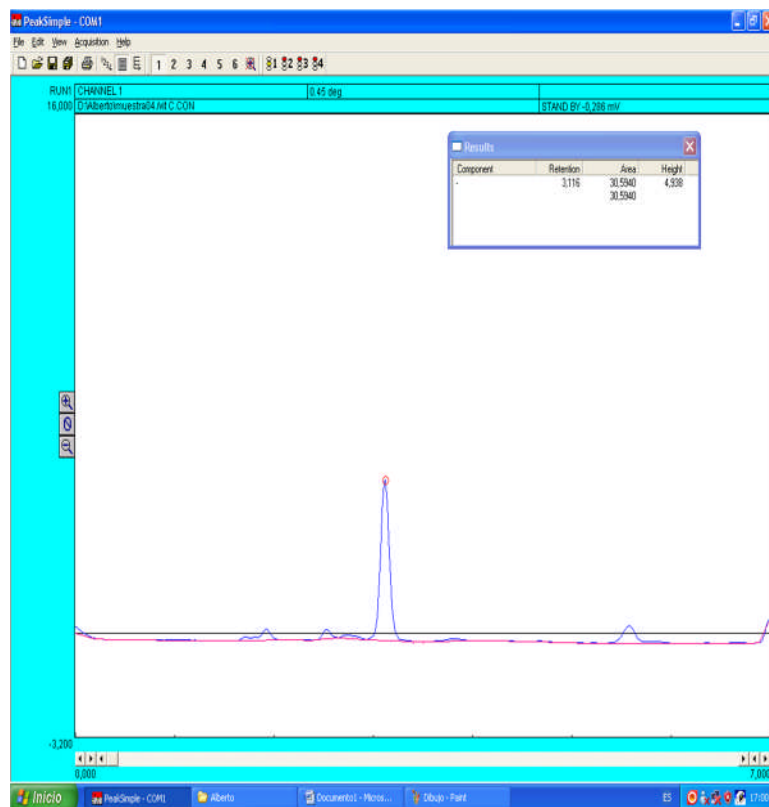
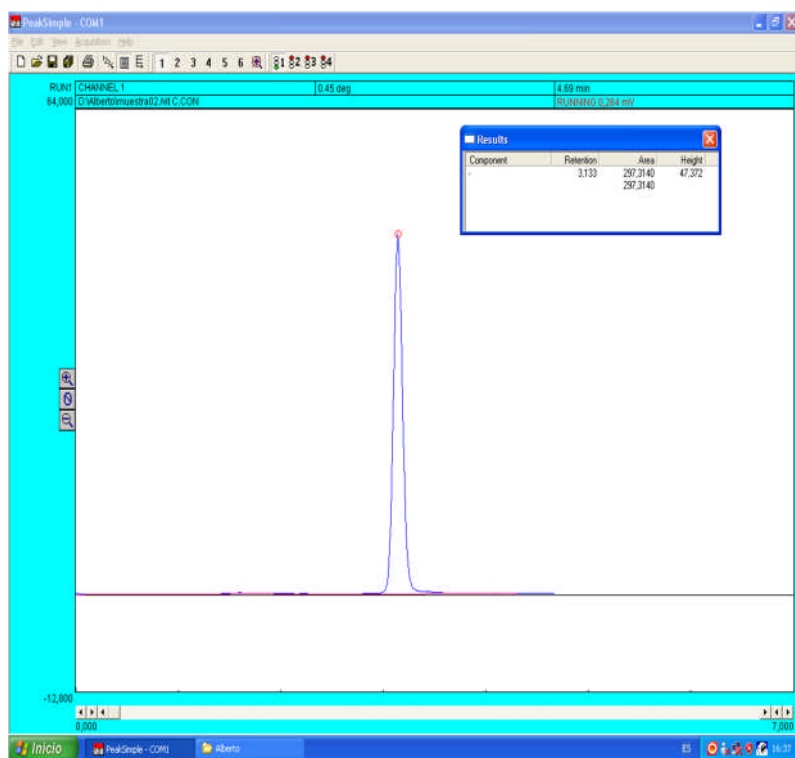


**FOTOGRAFÍA No. 10      DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, pH Y ACIDEZ TITULABLE**

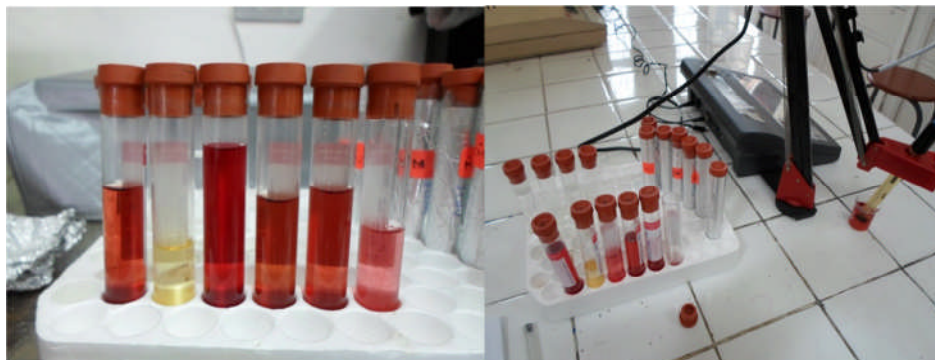


**FOTOGRAFÍA No. 11      DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES Y REDUCTORES**

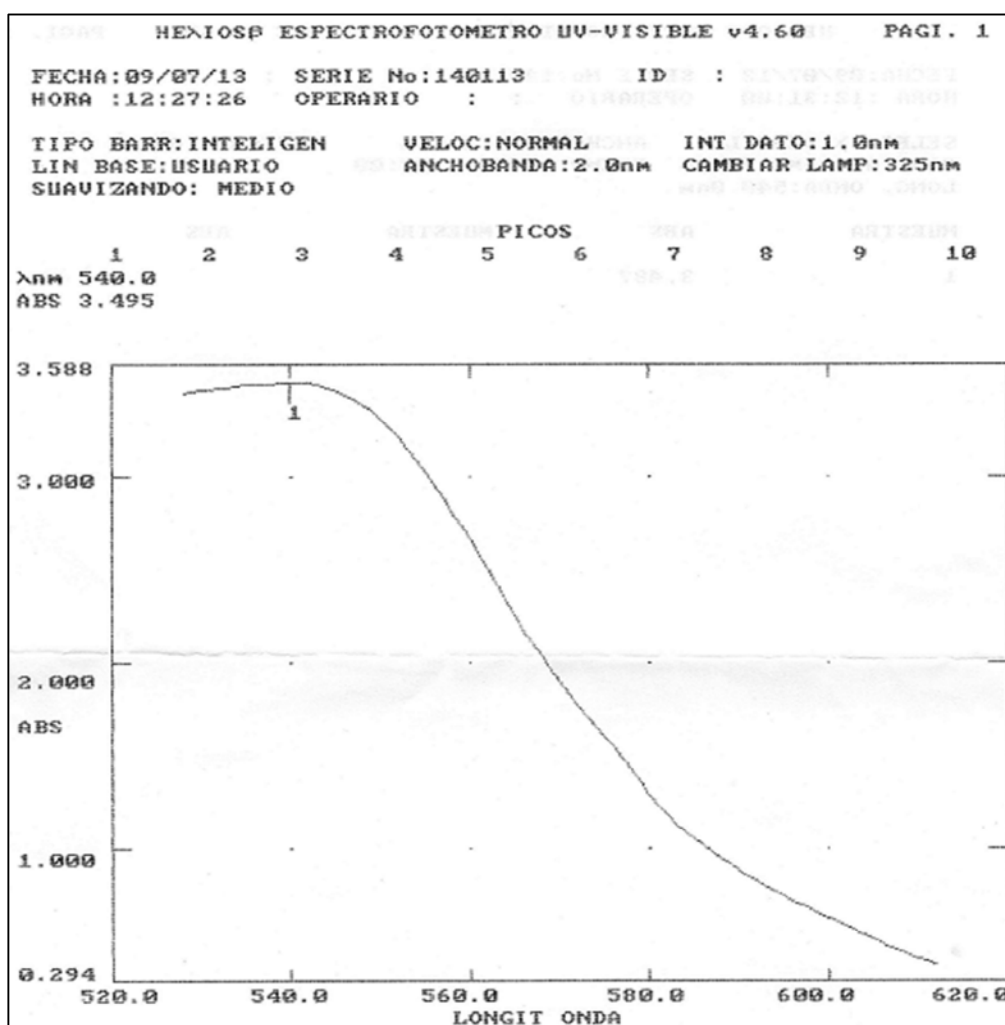


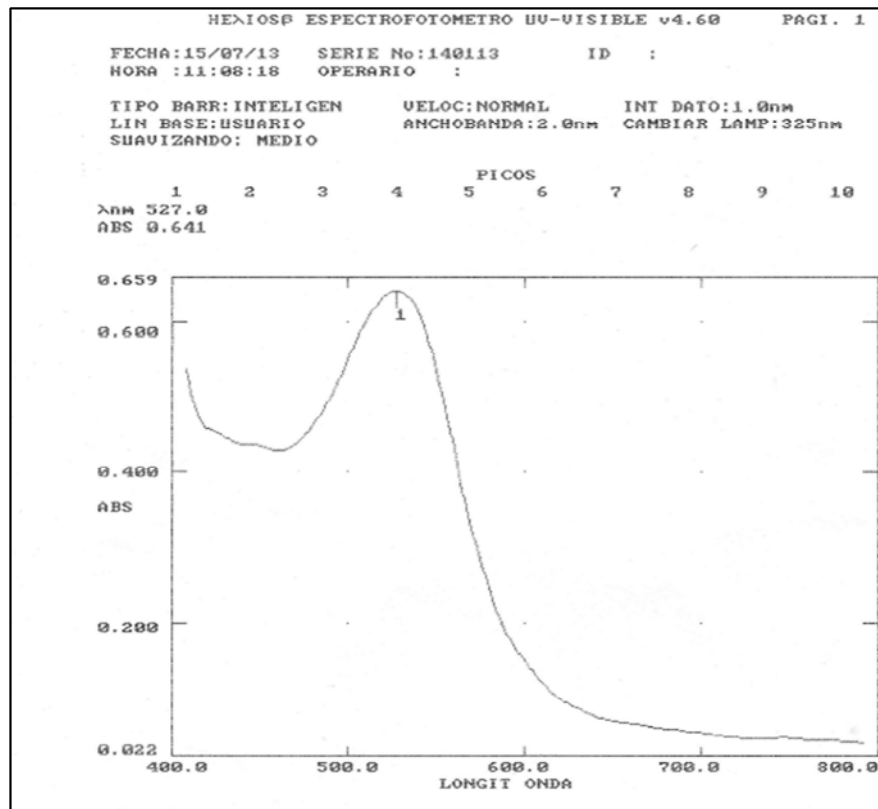
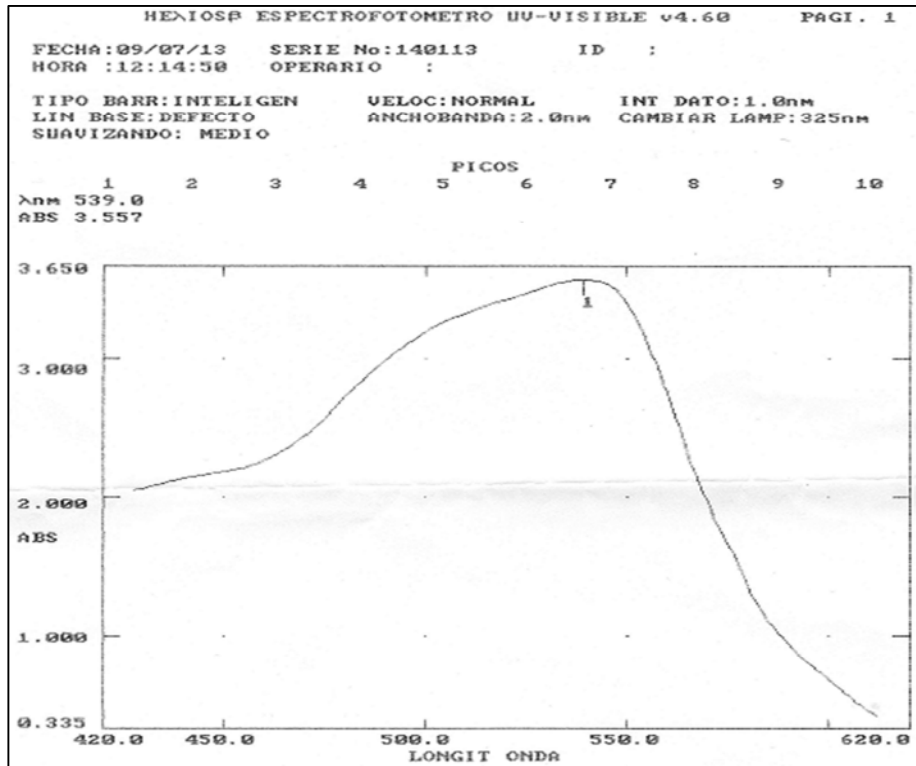


FOTOGRAFÍA No. 12 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C



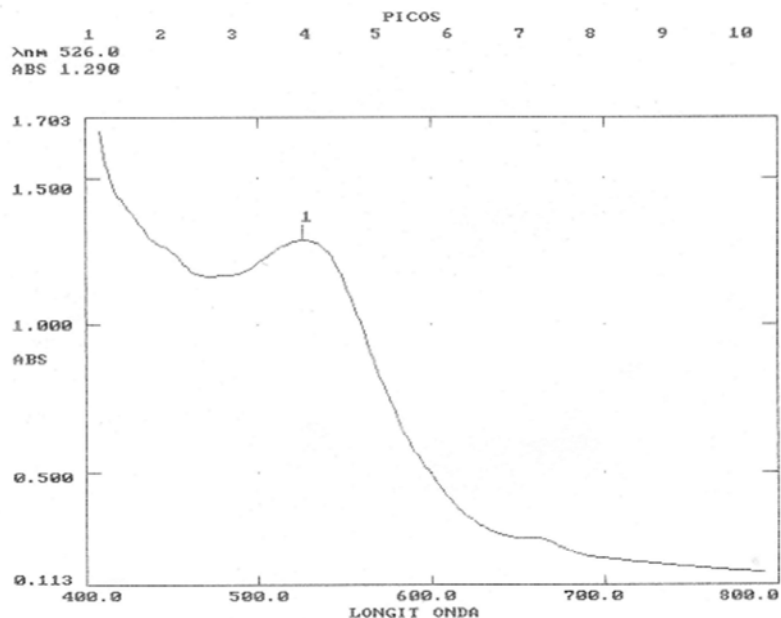
**FOTOGRAFÍA No. 13      EXTRACTOS DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES Y POLIFENOLES TOTALES**





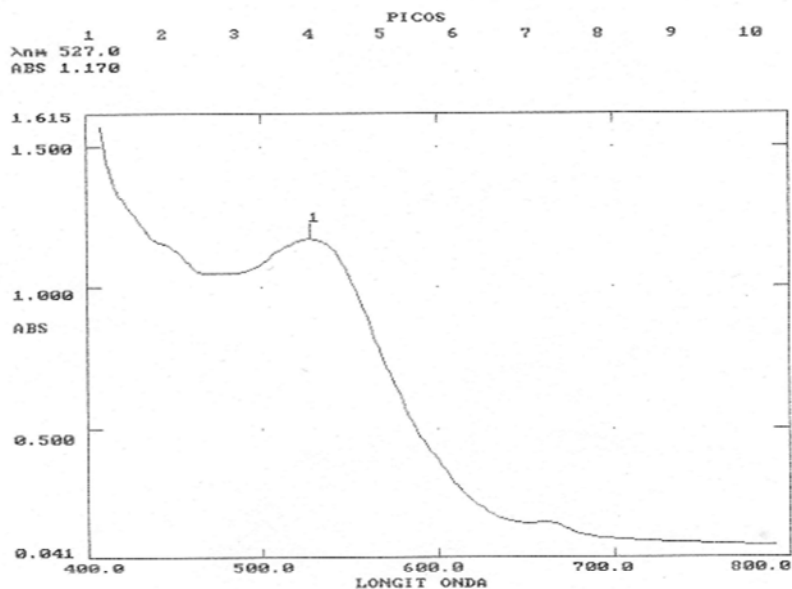
HEXIOSP ESPECTROFOTOMETRO UV-VISIBLE v4.60 PAGI. 1

FECHA:15/07/13 SERIE No:140113 ID :  
 HORA :11:17:32 OPERARIO :  
 TIPO BARR:INTELIGEN VELOC:NORMAL INT DATO:1.0nm  
 LIN BASE:USUARIO ANCHOBANDA:2.0nm CAMBIAR LAMP:325nm  
 SUAVIZANDO: MEDIO

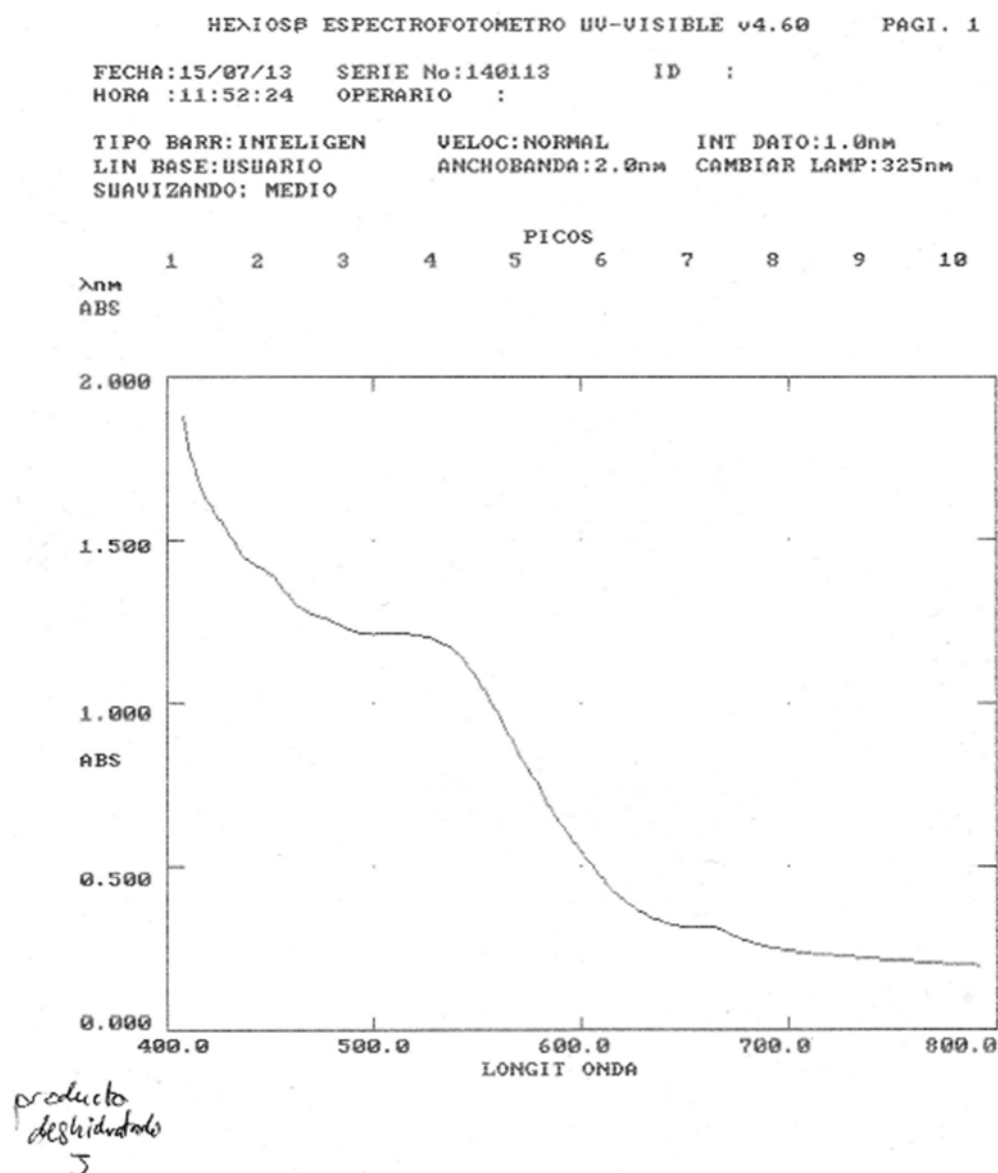


HEXIOSP ESPECTROFOTOMETRO UV-VISIBLE v4.60 PAGI. 1

FECHA:15/07/13 SERIE No:140113 ID :  
 HORA :11:44:32 OPERARIO :  
 TIPO BARR:INTELIGEN VELOC:NORMAL INT DATO:1.0nm  
 LIN BASE:USUARIO ANCHOBANDA:2.0nm CAMBIAR LAMP:325nm  
 SUAVIZANDO: MEDIO



producto  
 deshidratado  
 2



FOTOGRAFÍA No. 14 ESPECTROS DE ABSORCIÓN DE ANTOCIANOS MONOMÉRICOS LIBRES

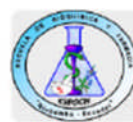


FOTOGRAFÍA No. 15 CURVA DE CALIBRACIÓN Y MUESTRAS DE POLIFENOLIOS TOTALES

**ANEXO No. 6 ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL Y GRADO DE ACEPTABILIDAD DE CUERO DE FRUTA.**



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA



Tu opinión sincera, es importante en el desarrollo de un nuevo producto alimenticio, GRACIAS por tu colaboración...

**TIPO TEST:** Valoración

**MÉTODO:** Descriptivo

Identifica según tu criterio el Color y Olor que tiene el producto:



ATRIBUTOS DE CALIDAD	◇	△	□
Color			
Olor			

Para calificar la TEXTURA seleccione una de las dos características puestas a continuación:

1. Pegajoso
2. Liso

ATRIBUTOS DE CALIDAD	◇	△	□
Textura			



Para calificar la TEXTURA seleccione una de las dos características puestas a continuación:

1. Estirable
2. Poco estirable

ATRIBUTOS DE CALIDAD	◇	△	□
Textura			

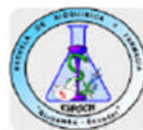
El producto ¿A qué fruta te sabe?

ATRIBUTOS DE CALIDAD	◇	△	□
Fruta			





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA



Califica el producto que degustaste según tu criterio:

ATRIBUTOS DE CALIDAD	◇	Δ	□
Sabor			

1. Muy ácido
2. Ácido
3. Ácido y Dulce
4. Dulce
5. Muy dulce

Para calificar la TEXTURA seleccione una de las tres características puestas a continuación:

ATRIBUTOS DE CALIDAD	◇	Δ	□
Textura			

1. Suave - Chiclosa
2. Blando
3. Duro

TIPO TEST: Preferencia

MÉTODO: Escala hedónica

De los tres productos que degustaste cual te parece el mejor



PRODUCTO	◇	Δ	□
Calificación			

1. Me gusta
2. Ni me gusta - ni me disgusta
3. Me disgusta

¿A qué tipo de producto que tú conozcas más se parece?

- Chicle ☐
- Caramelo masticable ☐
- Gomitas ☐



GRACIAS POR SU  
COLABORACIÓN...!!!